

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2002 年 11 月 14 日 (14.11.2002)

PCT

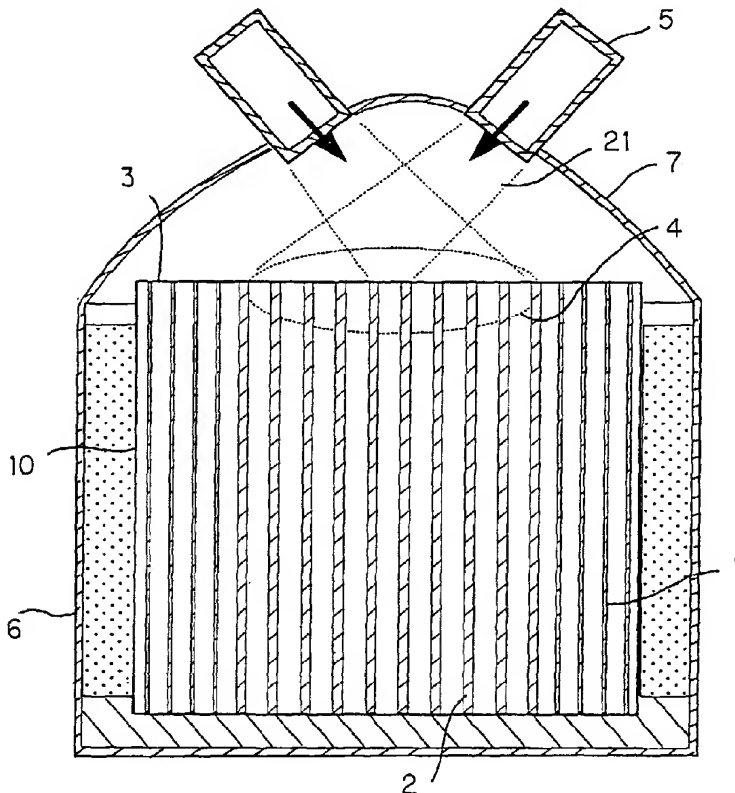
(10) 国際公開番号  
**WO 02/089979 A2**

- (51) 国際特許分類: **B01J 35/04, B01D 53/86** 467-8530 愛知県 名古屋市 瑞穂区 須田町2番56号 Aichi (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP02/04236
- (22) 国際出願日: 2002 年 4 月 26 日 (26.04.2002)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願2001-135631 2001 年 5 月 2 日 (02.05.2001) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 日本碍子株式会社 (NGK INSULATORS, LTD.) [JP/JP]; 〒
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 市川 結輝人 (ICHIKAWA, Yukihiro) [JP/JP]; 〒467-8530 愛知県 名古屋市 瑞穂区 須田町2番56号 日本碍子株式会社内 Aichi (JP). 加藤 靖 (KATO, Yasushi) [JP/JP]; 〒467-8530 愛知県 名古屋市 瑞穂区 須田町2番56号 日本碍子株式会社内 Aichi (JP). 小川 雅人 (OGAWA, Masato) [JP/JP]; 〒467-8530 愛知県 名古屋市 瑞穂区 須田町2番56号 日本碍子株式会社内 Aichi (JP).
- (74) 代理人: 渡邊 一平 (WATANABE, Kazuhira); 〒111-0053 東京都 台東区 浅草橋3丁目20番18号 第8菊星タワービル3階 Tokyo (JP).

[続葉有]

(54) Title: HONEYCOMB STRUCTURAL BODY, AND HONEYCOMB FILTER AND CONVERTER SYSTEM USING THE HONEYCOMB STRUCTURAL BODY

(54) 発明の名称: ハニカム構造体、及びそれを用いたハニカムフィルター、コンバーターシステム



(57) Abstract: A honeycomb structural body, and a honeycomb filter and a converter system using the honeycomb structural body, the honeycomb structural body comprising a plurality of axially passing flow holes (3) formed with a plurality of partition walls (1, 2), wherein the plurality of partition walls (1, 2) are formed of a plurality of partition walls with different thicknesses, and the partition walls (2) thicker than the averaged thickness of the plurality of the partition walls with different thicknesses are disposed in a specified partial area of an entire area where the partitions are disposed at a rate higher in quantity than the rate in the other areas, the honeycomb filter and the converter system using the honeycomb structure comprising a sufficient mechanical strength against an external pressure while meeting the requirements in recent years such as an increase in warming-up characteristics in purification performance and a reduction in harmful substances

[続葉有]



WO 02/089979 A2



(81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書なし ; 報告書を受け取り次第公開される。

(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

---

discharged immediately after the start of an engine and also a large erosion and thermal shock resistances.

(57) 要約:

複数の隔壁 1、2 により、軸方向に貫通する複数の流通孔 3 が形成されているハニカム構造体である。複数の隔壁 1、2 を、複数の異なる厚さの隔壁により構成し、この複数の異なる厚さの隔壁中、平均隔壁厚さより厚い隔壁 2 を、隔壁が配設されている全領域のうち、特定の一部の領域で、その他の領域に比較して高い割合で配設する。このハニカム構造体及びそれを用いたハニカムフィルター、コンバーターシステムは、浄化性能における暖機特性の向上、及びエンジンの始動直後に排出される有害物質の低減といった近年の要請を満足させながらも、外圧に対する十分な機械的強度を有し、同時に耐エロージョン性、及び耐熱衝撃性の大きなハニカム構造体等を提供する。

## 1

## 明 細 書

ハニカム構造体、及びそれを用いたハニカムフィルター、コンバーターシステム

## 技術分野

本発明は、ハニカム構造体等に関する。更に詳しくは、排ガス中の異物等によるエロージョンに対して高い耐性を有するとともに、所望の浄化性能の暖機特性及び外圧に対する機械的強度と熱的負荷に対する耐熱衝撃性を同時に発揮させることができるハニカム構造体等に関する。

## 背景技術

近年、排気ガス規制の強化に伴い、より高い浄化性能を有するハニカム構造体が求められており、触媒を隔壁に担持したハニカム構造体の隔壁を薄くすることにより、触媒の熱容量を低減して浄化性能の暖機特性を向上させる試みが盛んに行われている。浄化性能の向上に対する要請は年々高まる傾向にあり、現在、0.1～0.2 mm程度の薄壁のものが主流として用いられているが、一部では0.1 mm以下のものも用いられ始めており、このような薄壁化の要請は、今後、ますます高まるものと考えられている。

また、触媒を隔壁に担持したハニカム構造体を備えるコンバーターシステムを、エキゾーストマニホールド（以下、「エキマニ」と省略することがある。）直下に搭載することにより、ハニカム構造体の隔壁に担持されている触媒を、高温の排ガスにより直ちに活性化し、エンジンの始動直後に排出される有害物質を低減する試みも盛んに行われている。

ところが、このような要請に応じて、ハニカム構造体を薄壁化したコンバーターシステムをエキマニに直下に搭載した場合には、排ガス中に混在する異物（エキマニを構成する材料や、エキマニを作製する際に用いる溶接材等に由来する種々の粒径を有する粒子状物質が主である）によりハニカム構造体端面部が挟られるエロージョン現象が、重要な問題となってきた。

このようなエロージョン現象により、排ガス噴き付け端面の触媒が欠落して、触媒性能の低下を招き、場合によっては、エロージョンが急激に進行してエロー

ジョン損傷部がハニカム構造体の端面部付近に留まらず、内部深くまで進行し、ハニカム構造体が破損に至るからである。また、このようなエロージョン現象により、ハニカム構造体外周部及び外周部近傍領域が大きく損失すると、ハニカム構造体をコンバータケース内部に把持（キャニング）する役目であるマット部材が剥き出しになるため、排ガスの噴き付けによりマット部材が飛散してしまい、飛散したマット材質が更に異物となってハニカム構造体を損傷させる場合があるからである。

このようなエロージョン現象は、上述した近年の要請、より具体的には以下の（１）、（２）に述べる事項に起因するものであり、浄化性能における暖機特性の向上、及びエンジンの始動直後に排出される有害物質の低減といった要請を満足させながらも、耐エロージョン性を高める手段が強く望まれている。

（１）薄壁化したハニカム構造体では、通常、外力に対する破壊強度が低下しており、特に、各隔壁単位での破壊強度は、壁厚さにより直接的に影響を受けるため、薄くする程、各隔壁単位での破壊強度は低下する。

（２）コンバーターシステムをエキマニ直下に搭載すると、従来のように床下搭載していた場合に比べ、ハニカム構造体が、より高温、高圧の排ガスに曝されるため、より大きな熱衝撃等の熱的負荷を受けるとともに、排気ガスの偏流や脈動の影響も受け易くなる。

従来、ハニカム構造体の強度を向上させたものとしては、隔壁が相対的に厚い隔壁と薄い隔壁とを均一に配設してなるハニカム構造体（実開昭５８－１９７４３号公報）が提案されている。また、隔壁の厚さを中心方向に規則的に薄くすることにより、外力に対するハニカム構造体全体の破壊強度を確保しながらも、接触面積の増大、及び暖機時間の短縮により浄化性能を向上させたハニカム構造体が提案されている（特開昭５４－１１０１８９号公報）。

しかし、これらのハニカム構造体は、いわゆる床下搭載を意図して作製されていたのが現状であり、上述した近年におけるハニカム構造体の薄壁化及びコンバーターシステムのエキマニ直下での搭載といった要請、更には、これらの要請に起因して発生するエロージョン現象という問題を全く考慮するものではなかった。

このため、これらのハニカム構造体は、實際上、高い耐エロージョン性を発揮させながら、浄化性能の暖機特性を向上させることができないものではなかった。

また、実開昭58-19743号公報に記載のハニカム構造体にあつては、相対的に厚い隔壁と薄い隔壁とを均一に配設する構造とする結果、構造体全体の強度を大きくする反面、耐熱衝撃性が低下するという問題もあった。

他方、隔壁の排ガス導入側端部のみを肉厚にして、耐エロージョン性を向上させたハニカム構造体が提案されている（特開2000-51710公報）。

しかし、このハニカム構造体でも、上述した近年におけるハニカム構造体の薄壁化及びコンバーターシステムのエキマニ直下での搭載といった要請に起因して発生するエロージョン現象の多くが、ハニカム構造体端面の特定部分でのみ生じるということを全く考慮するものではなかった。

また、一の隔壁での肉厚部と肉薄部とを有する結果、肉厚部と肉薄部との境界で熱応力が集中し易く、十分な耐熱衝撃性を得られるものではなかった。

本発明は、上述の問題に鑑みてなされたものであり、浄化性能における暖機特性の向上、及びエンジンの始動直後に排出される有害物質の低減といった近年の要請を満足させながらも、外圧に対する十分な機械的強度を有し、同時に耐エロージョン性、及び耐熱衝撃性の大きなハニカム構造体等を提供することを目的とする。

#### 発明の開示

本発明者らは、上述の課題を解決するべく鋭意検討した結果、まず、エロージョンのメカニズムに関して、

- ①微小粒径の異物による場合、異物が隔壁に衝突することにより隔壁が損傷し、それが繰り返されることで、エロージョンに進展すること、
- ②損傷した隔壁の破片が、自ら隔壁を損傷することによってもエロージョンが生じていること、
- ③粗大粒径の異物による場合、隔壁との衝突による損傷の他、異物が、端面上を摺動して端面が削れていくこと、
- ④熱衝撃によるマイクロクラック、又は排ガス脈動衝撃波による風食損傷も考え

られるが、エロージョンを生じるのは、①～③によるメカニズムが主であることを見出した。

また、本発明者らは、次に、エロージョン原因に関し、

①エキマニが鋳鉄により一体的に製作されている場合には、使用中に、エキマニ内壁面が酸化により酸化スケールを形成して脆くなり、排気ガス流によりこの酸化スケールが剥離されて粒径数十 $\mu\text{m}$ の異物となり、排気ガス流れに乗ってハニカム構造体に飛来すること、

②エキマニがステンレス製の薄板を溶接して製作されている場合には、エキマニ内面は酸化され難いため、鋳鉄製に比べて酸化スケールが発生し難いが、溶接時にエキマニ内面に付着したスパッタ、又は溶接ビート等の溶接物に由来する脱落物（スパッタ由来の場合は、1mm～数mmの粒径を有し、溶接ビート由来の場合は酸化スケールと同等の比較的小さい粒径を有する場合がある。）が排気ガス流に乗ってハニカム構造体に飛来することを見出した。

尚、エキマニをステンレス製とするのは、エキマニの軽量化、及びエキマニの熱容量の低減化を図ることができるため、軽量化により、自動車の燃費向上に寄与することができ、熱容量低減により、排気ガスの温度低下を抑え、触媒の早期活性化を促進することができるためである。

また、本発明者らは、現在、主に用いられているコンバーターシステムについてエキマニの配置とエロージョンとの関係を鋭意検討したところ、以下の点を見出した。

①図1及び図2に示すコンバーターシステムのように、各気筒毎（2気筒、4気筒等種々の気筒のものがある。）にエキマニの各排気管がそのまま排ガス導入管5としてコーン部7に連結されているものは、排ガス21が、殆ど広がらずに高速でハニカム構造体10に噴き付けられる。しかも、酸素センサーの正確な測定を可能とする必要上等から、殆どの排気管5は、図1に示すように、各排気管5から排出された排ガス21が交差して、ハニカム構造体10の端面における中央領域に集中的に噴き付けられるように配設されるか、図2に示すように、排ガス21が途中で交差して、ハニカム構造体10の端面における外周部近傍領域に集中的に噴き付けられるように配設される。このため、このタイプのコンバータ

ーシステムでは、ハニカム構造体 10 の排ガス噴き付け端面の中央部領域か、外周部近傍領域に集中的に、エロージョンを生じる。

②図 3、4 に示すコンバーターシステムのように、エキマニの各排気管を集合させた一の集合管を排ガス導入管 5 としてコーン部 7 に連結しているものは、排ガス 21 がコーン部 7 に沿って広がりハニカム構造体 10 の排ガス噴き付け端面の全体に噴き付けられる。また、排ガス 21 は、排ガス流の中央部程、流速が大きい、排ガス中の異物は、不規則に飛来してハニカム構造体 10 の端面に至る。

但し、図 4 に示すように、排ガス導入管 5 を、排ガス噴き付け端面中央部の上方に位置させて配置するコンバーターシステムでは、大きな流速で端面に至る異物は、端面中央部に位置する隔壁と小さな角度で衝突することから衝突エネルギーは小さく、エロージョン量も小さい。一方、ハニカム構造体の端面外周部近傍領域に至る排ガスは、ハニカム構造体 10 の端面に至った後、コーン部 7 の内面に沿って逆流し、再び排ガスに流れに乗って端面に至ることから、端面外周部近傍では、エロージョン量が多い。

また、図 3 (a) に示すように、排ガス導入管 5 を、排ガス噴き付け端面に対して、斜め上方に位置させて配置するコンバーターシステムでは、大きな流速で排ガス噴き付け端面に至る異物は、端面中央部に位置する隔壁と大きな角度で衝突することから衝突エネルギーは大きく、端面中央部でエロージョン量が大きくなる。

また、図 3 (b) に示すように、斜め上方から、ハニカム構造体 10 の端面に至った排ガス 21 中の異物は、コーン部 7 内面に衝突して分岐して、端面の外周部近傍領域を周方向に摺動し、再び、排ガス流に乗って端面中央部領域を通過するように摺動することから、端面外周部近傍領域と中央部領域でエロージョン量が大きくなる。

本発明は、本発明者らが、以上のような知見に基づき、特定の排ガス噴き付け領域及び異物摺動領域に対応させて、厚い隔壁を高い比率で配設し、逆に排ガス噴き付け領域以外の領域では、薄い隔壁を高い比率で配設することにより、従来のハニカム構造体の課題を解決し得ることを知見し、完成に至ったものである。

また、本発明は、本発明者らが、ハニカム構造体の排ガス噴き付け領域及び異物摺動領域が特定の範囲に限定されない場合であっても、異なる厚さの隔壁を不規則に配設することにより、従来のハニカム構造体の課題を解決し得ることを知見し、完成に至ったものである。

即ち、本発明によれば、複数の隔壁により、軸方向に貫通する複数の流通孔が形成されているハニカム構造体であって、複数の隔壁が、複数の異なる厚さの隔壁により構成され、複数の異なる厚さの隔壁中、平均隔壁厚さより厚い隔壁が、特定の一部の領域に、その他の領域に比較して高い割合で配設されていることを特徴とするハニカム構造体が提供される（以下、「第一のハニカム構造体」ということがある。）。

本発明の第一のハニカム構造体においては、具体的には、次のような態様を挙げることができる。

（１）複数の隔壁により、軸方向に貫通する複数の流通孔が形成されているハニカム構造体であって、複数の隔壁が、複数の異なる厚さの隔壁により構成され、平均隔壁厚さより厚い隔壁と、平均隔壁厚さより薄い隔壁とを混在してなる隔壁群が、特定の一部の領域に配設され、平均隔壁厚さより薄い隔壁のみからなる隔壁群が、その他の領域に配設されていることを特徴とするハニカム構造体。

（２）複数の隔壁により仕切られ、軸方向に貫通して形成される複数の流通孔を備えるハニカム構造体であって、複数の隔壁が、複数の異なる厚さの隔壁により構成され、平均隔壁厚さより薄い隔壁のみからなる隔壁群が、外周部近傍領域の一部を少なくとも含んで配設され、平均隔壁厚さより厚い隔壁のみからなる隔壁群が、外周部近傍領域の内側に位置する中央部領域を含んで配設されていることを特徴とするハニカム構造体。

（３）複数の隔壁により、軸方向に貫通する複数の流通孔が形成されているハニカム構造体であって、隔壁が配設されている全領域で、平均隔壁厚さより厚い隔壁と平均隔壁厚さより薄い隔壁とが、混在して配設され、平均隔壁厚さより厚い隔壁を相対的に多く混在してなる隔壁群が、特定の一部の領域に配設され、平均隔壁厚さより薄い隔壁を相対的に多く混在してなる隔壁群が、その他の領域に配設されていることを特徴とするハニカム構造体。



また、(1)のハニカム構造体では、平均隔壁厚さより厚い隔壁と平均隔壁厚さより薄い隔壁を混在してなる隔壁群が、少なくとも外周部近傍領域の一部を含んで配設され、平均隔壁厚さより薄い隔壁のみからなる隔壁群が、外周部近傍領域の内側に位置する中央部領域を含んで配設されているハニカム構造体；又は平均隔壁厚さより薄い隔壁のみからなる隔壁群が、少なくとも外周部近傍領域の一部を含んで配設され、平均隔壁厚さより厚い隔壁と平均隔壁厚さより薄い隔壁を混在してなる隔壁群が、外周部近傍領域の内側に位置する中央部領域を含んで配設されているハニカム構造体等を更に詳細な態様として挙げることができる。

また、(2)のハニカム構造体では、複数の隔壁が、ハニカム構造体の中央部から外周方向にかけて、段階的又は連続的に薄くなっているものでもよく、(3)のハニカム構造体では、平均隔壁厚さより薄い隔壁の割合が、ハニカム構造体の中央部から外周方向にかけて、段階的又は連続的に大きくなっているものでもよい。また、(1)～(3)のいずれのハニカム構造体であっても、平均隔壁厚さより厚い隔壁と、該平均隔壁厚さより薄い隔壁とを、不規則に配設してなるものとしてもよい。

他方、本発明によれば、複数の隔壁により仕切られ、軸方向に貫通して形成される複数の流通孔を備えるハニカム構造体であって、複数の隔壁が、複数の異なる厚さの隔壁により構成され、平均隔壁厚さより厚い隔壁と、平均隔壁厚さより薄い隔壁とを、不規則に配設してなることを特徴とするハニカム構造体を提供される（以下、「第二のハニカム構造体」ということがある。）。

本発明の第一、第二のいずれのハニカム構造体であっても、平均隔壁厚さより薄い隔壁、又は平均隔壁厚さより厚い隔壁を、2種以上の異なる厚さの隔壁で構成させることができる。

また、比較的粒径の大きな異物が発生する場合では、複数の隔壁のうち、外周部近傍領域で、ハニカム構造体の外周面に対する法線が通過する位置の流通孔を形成し、かつこの法線に対し、 $\pm 20$ 度に位置するものについては、平均隔壁厚さより厚い隔壁により構成されていることが好ましく、排ガス噴き付け方向が、ハニカム構造体中央部から外周部方向であるコンバーターシステムでは、複数の隔壁のうち、ハニカム構造体の外周面に対する法線が通過する位置の流通孔を形

成し、かつこの法線に対し、 $70 \sim 110$ 度に位置するものについては、平均隔壁厚さより厚い隔壁により構成されていることが好ましい。

また、本発明のいずれのハニカム構造体においても、外周壁を隔壁の二倍以上に厚くして構造体全体の強度を補強することもできるが、外周壁に隣接する隔壁を含む隔壁群により形成される流通孔の内部を、押出し成形時において、口金形状の調整により、ハニカム構造体を構成する材料と同一の材料で閉塞することにより、又は外周壁に隣接する隔壁を含む隔壁群に、ハニカム構造体を構成する材料と同一の材料若しくは異種材料成分を含浸し、気孔率を下げ、緻密化することにより補強することもできる。

更に、本発明のいずれのハニカム構造体においても、複数の流通孔の系方向における断面形状が、三角形、四角形、五角形、六角形、八角形、丸形状のいずれか1種、又はこれらの2種以上であることが好ましい。

また、複数の異なる厚さの隔壁は、平均の隔壁の厚さが、 $0.10\text{ mm}$ 以下であることが好ましく、複数の異なる厚さの隔壁中、最も薄い隔壁の厚さ ( $t_1$ ) に対する、最も厚い隔壁の厚さ ( $t_2$ ) の比 ( $t_2/t_1$ ) が、 $2.00$ 以下であることが好ましい。また、耐熱衝撃性の観点からは、隔壁厚さの比をあまり大きくせずに $1.50$ 以下とすることがより好ましく、更には、ハニカム構造体の成形性の観点からは、隔壁厚さの比を $1.30$ 以下とすることが特に好ましい。一方、薄い隔壁に対して、厚い隔壁の厚さは、少なくとも $5\%$ 以上、好ましくは $10\%$ 以上厚くすることが必要である。これより薄いと耐エロージョン性の向上が十分に認められない。また、押出し成形において、口金スリット幅の加工精度が約 $3 \sim 5\%$ あるので、ハニカム構造体全体を均一な隔壁厚さで設計しても実際には、この程度のバラツキをもった相対的に薄い隔壁と厚い隔壁が混在することになる。従って、この加工精度以上の厚さ差異を付与することになるので、厚さの比は $1.03$ 以上、好ましくは $1.05$ 以上となる。

本発明においては、複数の隔壁に、触媒成分を担持してなることが好ましく、このようなハニカム構造体における流通孔を、貫通する両端面で、目封じ材により互い違いに目封じすることによりハニカムフィルターとすることができる。

更に、本発明においては、このようなハニカム構造体又はハニカムフィルター

と、これらハニカム構造体等に排ガスを導入する排ガス導入管と、これらハニカム構造体等及びハニカムフィルターを把持するケースと、排ガス導入管が連結され、ケースに接合しているコーン部とにより構成されるコンバーターシステムとすることができる。

本発明の第一のハニカム構造体では、上記のように、平均隔壁厚さより厚い隔壁が、排ガスが噴き付ける領域及び／又は排ガス中の異物が摺動する領域に対応させて、特定の一部の領域に、高い割合で配設されているため、排ガス又は排ガス中の異物によるエロージョンに対する耐性が大きく、しかも、逆に排ガスが噴き付ける領域及び／又は排ガス中の異物が摺動する領域に対応しないその他の領域では、平均隔壁厚さより薄い隔壁が、高い割合で配設されているため、高い暖機特性を維持して高度な浄化性能を発揮させることができる。尚、ディーゼル車においては、排ガスの酸素含有割合がガソリン車よりも高いこともあって、エンジン又はエキマニからの酸化スケール又はオイルアッシュ固形成分に由来する異物の排ガス浄化フィルターへの飛来が著しく、より高い耐エロージョン性が求められるが、本発明のハニカム構造体では、ディーゼル微粒子状物質を捕集・除去する排ガス浄化フィルター場合でも同様に優れた効果を発揮することができるため、特に好適に用いることができる。

また、本発明の第二のハニカム構造体では、上記のように、複数の隔壁が、平均隔壁厚さより厚い隔壁と、平均隔壁厚さより薄い隔壁とを、不規則に配設してなるため、隔壁に不規則に衝突する異物に対して、効果的に耐エロージョン性を向上させることができる。また、このような不規則配置により応力の集中を緩和することができるため、耐熱衝撃性を向上させることができる。

#### 図面の簡単な説明

図 1 は、本発明のコンバーターシステム一の実施形態を模式的に示す断面図である。

図 2 は、本発明のコンバーターシステムの他の実施形態を模式的に示す断面図である。

図 3 (a) は、本発明のコンバーターシステムの更に他の実施形態を模式的に

示す断面図であり、図3（b）は、図3（a）に示すコンバーターシステムにおける排ガスの流れを模式的に示す一部斜視図である。

図4は、本発明のコンバーターシステムの更に他の実施形態を模式的に示す断面図である。

図5は、本発明の第一のハニカム構造体における平均隔壁厚さより薄い隔壁と、平均隔壁厚さより厚い隔壁の配設パターンの一例を示す断面図である。

図6は、本発明の第一のハニカム構造体における平均隔壁厚さより薄い隔壁と、平均隔壁厚さより厚い隔壁の配設パターンの他の一例を示す断面図である。

図7は、本発明の第一のハニカム構造体における平均隔壁厚さより薄い隔壁と、平均隔壁厚さより厚い隔壁の配設パターンの更に他の一例を示す断面図である。

。

図8は、本発明の第一のハニカム構造体における平均隔壁厚さより薄い隔壁と、平均隔壁厚さより厚い隔壁の配設パターンの更に他の一例を示す断面図である。

。

図9は、本発明の第一のハニカム構造体における平均隔壁厚さより薄い隔壁と、平均隔壁厚さより厚い隔壁の配設パターンの更に他の一例を示す断面図である。

。

図10は、本発明の第一のハニカム構造体における平均隔壁厚さより薄い隔壁と、平均隔壁厚さより厚い隔壁の配設パターンの更に他の一例を示す断面図である。

図11は、本発明の第一のハニカム構造体における平均隔壁厚さより薄い隔壁と、平均隔壁厚さより厚い隔壁の配設パターンの更に他の一例を示す断面図である。

図12は、本発明の第一のハニカム構造体における平均隔壁厚さより薄い隔壁と、平均隔壁厚さより厚い隔壁の配設パターンの更に他の一例を示す断面図である。

図13は、本発明の第一のハニカム構造体における平均隔壁厚さより薄い隔壁と、平均隔壁厚さより厚い隔壁の配設パターンの更に他の一例を示す断面図である。

図14は、本発明の第一のハニカム構造体における平均隔壁厚さより薄い隔壁と、平均隔壁厚さより厚い隔壁の配設パターンの更に他の一例を示す一部拡大図である。

図15は、本発明の第一のハニカム構造体における平均隔壁厚さより薄い隔壁と、平均隔壁厚さより厚い隔壁の配設パターンの更に他の一例を示す一部拡大図である。

図16は、本発明の第一のハニカム構造体における平均隔壁厚さより薄い隔壁と、平均隔壁厚さより厚い隔壁の配設パターンの更に他の一例を示す断面図である。

図17は、本発明のハニカム構造体における、隔壁厚さを段階的に変化させた一例を示すグラフである。

図18は、本発明のハニカム構造体における、隔壁厚さを段階的に変化させた他の一例を示すグラフである。

図19は、本発明のハニカム構造体における、隔壁厚さを不規則に変化させた一例を示すグラフである。

#### 発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の実施の形態を、図面を参照しつつ具体的に説明する。

##### 1. 第一のハニカム構造体

図1～4に示すように、本発明の第一のハニカム構造体10は、複数の隔壁により、軸方向に貫通する複数の流通孔3が形成されているハニカム構造体10であって、複数の隔壁が、複数の異なる厚さの隔壁1、2により構成され、複数の異なる厚さの隔壁1、2中、平均隔壁厚さより厚い隔壁2が、特定の一部の領域に、その他の領域に比較して高い割合で配設されているものである。

第一のハニカム構造体10において、貫通する複数の流通孔3は、その系方向における断面形状が、三角形、四角形、五角形、六角形、八角形、丸形状のいずれか1種、又はこれらの2種以上を有するものを挙げることができる。中でも、耐エロージョン性が大きな点では、耐衝撃の大きな隔壁交点を多く有する、より多角の形状（例えば、四角形よりも六角形の方が好ましい。）又は、隔壁交点で

隔壁が厚くなる丸形状が好ましい。

また、後述するように排ガス噴き付け方向を考慮して平均隔壁厚さより厚い隔壁 1 を配設する場合には、その系方向における断面形状が、三角形、五角形、八角形、又は丸形状が好ましく、耐熱衝撃性を向上させる点からは、六角形、八角形、丸形状が好ましい。

第一のハニカム構造体 10 は、複数の隔壁が、複数の異なる厚さの隔壁 1、2 により構成され、複数の異なる厚さの隔壁 1、2 中、平均隔壁厚さより厚い隔壁 1 が、排ガスが噴き付ける領域 4 及び／又は排ガス中の異物が摺動する領域（図示せず）に対応させて特定の一部の領域に、その他の領域に比較して高い割合で配設されていればよく、詳細な条件については、求められる耐エロージョン性、暖機特性、構造体全体の強度及び耐熱衝撃性、同時に配設されるエキマ二等を考慮して適宜選択することが好ましい。

例えば、高い耐エロージョン性が求められる場合では、平均隔壁厚さより厚い隔壁 2 を、排ガス噴き付け領域等に対応する領域 4 で、より高比率で配設すればよく、暖機特性等の要請が強い場合には、全体に平均隔壁厚さより薄い隔壁 1 が高比率となるように配設すればよい。

また、平均隔壁厚さより厚い隔壁 2 及び平均隔壁厚さより薄い隔壁 1 を、規則的に配設しても、不規則的に配設してもよいが、熱応力の集中を緩和して耐熱衝撃性を向上させることができる点では不規則に配設することが好ましい。具体的には、図 18 に示すグラフのように隔壁厚さを変化させたものを一例として挙げるができる。

他方、構造体全体の強度を向上させるには、平均隔壁厚さより厚い隔壁 2 を直線的な位置に設けることが好ましく、更に平均隔壁厚さより厚い隔壁 2 を全体に分散させることがより好ましい。また、外周部近傍の隔壁を薄壁化した際には、構造体全体の強度も低下することになるため、構造体全体の強度を補強することが好ましい。この際、補強手段としては、口金形状を調整して押出し成形を行って、外周壁に隣接する隔壁を含む隔壁群により形成される流通孔 3 の内部を、ハニカム構造体を構成する材料と同一の材料で閉塞したもの、又は外周壁に隣接する隔壁を含む隔壁群に、ハニカム構造体を構成する材料と同一の材料若しくは異

種材料成分を含浸し、気孔率を下げて緻密化したもの等を挙げることができる。

また、この際の異種材料としては、例えば、ハニカム構造体がコーゼライト質セラミック材料からなる場合には、同じセラミック系材料で比較的熱膨張係数が近い材料のムライト、アルミナ、シリカ、マグネシア等が好ましい。

また、平均隔壁厚さより薄い隔壁 1 を、2 種以上の異なる厚さの隔壁により構成させてもよく、同様に平均隔壁厚さより厚い隔壁 2 を、2 種以上の異なる厚さの隔壁により構成させてもよい。この際、例えば、ハニカム構造体 10 の隔壁のエロージョンが、主に中央部領域の隔壁で生じるものの、排ガス噴き付け領域 4 が端面全域に亘り、外周部側程、エロージョン現象が徐々に小さくなる場合には、複数の隔壁 1、2 を、ハニカム構造体 10 の中央部から外周方向にかけて、段階的又は連続的に薄くなっているもので構成させることにより、求められる耐エロージョン性を効果的に発揮させることができる。具体的には、図 17 に示すグラフのように隔壁厚さを変化させたものを一例として挙げることができる。

また、同様の場合に、平均隔壁厚さより薄い隔壁 1 の割合を、ハニカム構造体 10 の中央部から外周方向にかけて、段階的又は連続的に大きくなるように配設したものであっても、効果的に耐エロージョン性を向上させることができる。

次に、平均隔壁厚さより薄い隔壁 1 と平均隔壁厚さより厚い隔壁 2 との配設位置について、図面に基づいてより具体的に説明する。

図 5 ～ 16 は、第一のハニカム構造体において、平均隔壁厚さより厚い隔壁と平均隔壁厚さより薄い隔壁との配列の状態を模式的に示す断面図である。

図 5 ～ 9 に示すように、第一のハニカム構造体の一の実施形態としては、複数の隔壁 1、2 により、軸方向に貫通する複数の流通孔 4 が形成されているハニカム構造体であって、複数の隔壁 1、2 が、複数の異なる厚さの隔壁により構成され、平均隔壁厚さより厚い隔壁 2 と、平均隔壁厚さより薄い隔壁 1 とを混在してなる隔壁群 11 が、特定の一部の領域に配設され、平均隔壁厚さより薄い隔壁 1 のみからなる隔壁群 12 が、その他の領域に配設されているものを挙げることができる。

このハニカム構造体 10 では、排ガス噴き付け領域に対応して、平均隔壁厚さより厚い隔壁 2 と平均隔壁厚さより薄い隔壁 1 を混在してなる隔壁群を配設する

ことにより、効果的に耐エロージョン性を向上させることができるとともに、排ガス噴き付け領域に対応しないその他の領域で、平均隔壁厚さより薄い隔壁 1 のみからなる隔壁群 1 2 を配設することにより、高い暖機特性を維持して高度な浄化性能を発揮させることができる。また、単に端部のみ厚壁化した場合に比べ、構造体の強度が向上するという利点も有する。更に、このハニカム構造体では、平均隔壁厚さより厚い隔壁 2 を平均隔壁厚さより薄い隔壁 1 と混在して配設しているため、特に、高い暖機特性を発揮することができる。加えて、平均隔壁厚さより厚い隔壁 2 を設けた領域で、高熱容量の厚い隔壁と低熱容量の薄い隔壁とを混在させる構造とするため、平均隔壁厚さより薄い隔壁 1 のみからなる隔壁群 1 2 が配設されている領域との温度勾配が緩やかとなり、境界領域の熱応力を低減することができる。

このようなハニカム構造体としては、図 5 ～ 7 に示すように、平均隔壁厚さより厚い隔壁 2 と平均隔壁厚さより薄い隔壁 1 とを混在してなる隔壁群 1 1 が、少なくとも外周部近傍領域の一部を含んで配設され、平均隔壁厚さより薄い隔壁 1 のみからなる隔壁群 1 2 が、外周部近傍領域の内側に位置する中央部領域を含んで配設されているもの；図 8、9 に示すように、平均隔壁厚さより薄い隔壁 1 のみからなる隔壁群 1 2 が、少なくとも外周部近傍領域の一部を含んで配設され、平均隔壁厚さより厚い隔壁 2 と平均隔壁厚さより薄い隔壁 1 を混在してなる隔壁群 1 1 が、外周部近傍領域の内側に位置する中央部領域を含んで配設されているもの等を挙げることができる。

前者の場合には、図 2 に示すコンバーターシステムのように排ガス噴き付け領域 4 が外周部近傍領域に集中する場合、又は図 3 若しくは図 4 に示すコンバーターシステムのように、排ガスの局所的な還流 2 2 により、エロージョンが外周部近傍領域に集中する場合に効果的に耐エロージョン性を向上させることができる。一方、後者の場合には、図 1 又は図 3 に示すコンバーターシステムのように排ガス噴き付け領域が中央部領域に集中する場合に、効果的に耐エロージョン性を向上させることができる。

また、前者のハニカム構造体としては、①図 5 に示すように、平均隔壁厚さより厚い隔壁 2 と平均隔壁厚さより薄い隔壁 1 とを混在してなる隔壁群 1 1 が、外



周部近傍領域に配設され、平均隔壁厚さより薄い隔壁 1 のみからなる隔壁群 1 2 が、外周部近傍領域の内側に位置する中央部領域に配設されているものの他、②図 6 に示すように、平均隔壁厚さより薄い隔壁 1 のみからなる隔壁群 1 2 が、外周部近傍領域の内側に位置する中央部領域を含んで断面形状が外周壁に接続する四辺で囲まれる四角形となる領域に設けられ、平均隔壁厚さより厚い隔壁 2 と平均隔壁厚さより薄い隔壁 1 とを混在してなる隔壁群 1 1 が、その他の外周部近傍領域の一部を含む領域に設けられているもの、③図 7 に示すように、平均隔壁厚さより薄い隔壁 1 のみからなる隔壁群 1 2 が、外周壁に接続する平行の 2 つの直線と、この 2 つの直線を結ぶ外周壁内面によって形成される 2 つ曲線により包囲される中央部領域を含む領域に設けられ、平均隔壁厚さより厚い隔壁 2 と平均隔壁厚さより薄い隔壁 1 とを混在してなる隔壁群 1 1 が、その他の外周部近傍領域の一部を含む領域に設けられているものを挙げるができる。

図 5 に示すハニカム構造体 1 0 では外周部近傍領域の隔壁群が平均隔壁厚さより薄い隔壁 1 を混在しているため、この領域での熱容量及び圧損の増大を抑制して、暖機特性等を向上させることもできるとともに、過度の剛性増加を抑制して、耐熱衝撃性の低下を防ぐことができる。

また、図 6 に示すハニカム構造体 1 0 では、平均隔壁厚さより薄い隔壁 1 のみからなる隔壁群 1 2 が、外周部近傍領域の一部にも配設されているため、図 5 に示すハニカム構造体で述べた熱容量及び圧損の低減、並びに耐熱衝撃性の向上等の効果をより増大させることができる。

また、図 7 に示すハニカム構造体では、平均隔壁厚さより薄い隔壁 1 のみからなる隔壁群 1 2 が、図 6 に示すハニカム構造体より、更に広範囲で配設されているため、図 5 に示すハニカム構造体で述べた熱容量及び圧損の低減、並びに耐熱衝撃性の向上等の効果を特に増大させることができる。

尚、外周部近傍領域で、隔壁群を厚くする場合には、例えば、外周から少なくとも 10 セル以上の範囲で隔壁を厚くすることが好ましく、20 セル以上の範囲で隔壁を厚くすることがより好ましい。

また、エキマニ直下に配置するハニカム構造体では、排ガスが、ハニカム構造体の排ガス噴き付け端面に局部的にあたり、排ガスが特に強くあたる領域の寸法

はエキマニの口径に近似する。エキマニの口径は、多くの場合、約 $\phi 10 \sim 30$  mmであり、ハニカム構造体の外径は、一般に、約 $\phi 100$  mm前後である。従って、外周からハニカム構造体直径の $10 \sim 60\%$ の領域で隔壁を厚くすることが好ましい。

また、中央部領域とは、外周部近傍領域の内側の領域で、通常、外周部近傍領域に比べ、特に排ガスの噴き付けが強い又は弱い領域を意味し、例えば、図4で示される排ガス導入管の口径が $\phi 50$  mm程度で、ハニカム構造体が $\phi 100$  mm程度であれば、中央部領域とは、ハニカム構造体の端面の中心を領域の中心として直径で約 $50 \sim 80$  mm程度の円形等で示される領域となる。

次に、後者のハニカム構造体としては、①図8に示すように、平均隔壁厚さより薄い隔壁1のみからなる隔壁群12が、外周部近傍領域に配設され、平均隔壁厚さより厚い隔壁2と平均隔壁厚さより薄い隔壁1とを混在してなる隔壁群11が、外周部近傍領域の内側に位置する中央部領域に配設されているものの他、②図9に示すように、平均隔壁厚さより厚い隔壁2と平均隔壁厚さより薄い隔壁1とを混在してなる隔壁群11が、中央部領域の少なくとも一部と、更に外周部の一部を含んで十字形状で示される領域で配設され、平均隔壁厚さより薄い隔壁1のみからなる隔壁群12が、その他の外周部近傍領域の一部を含む領域に配設されているものを挙げることができる。

図8に示すハニカム構造体では、中央部領域の隔壁群が薄い隔壁を混在しているため、この領域での熱容量及び圧損の増大を抑制して、暖機特性等を向上させることもできるとともに、過度の剛性増加を抑制して、耐熱衝撃性の低下を防ぐこともできる。

また、図9に示すハニカム構造体では、ハニカム構造体の外周部近傍領域の一部に平均隔壁厚さより厚い隔壁2が存在しているのため、図8に示すハニカム構造体に比べ、ハニカム構造体全体の機械的強度を高め、成形時の保型性と耐キャニング性を向上させることができる。もっとも、平均隔壁厚さより厚い隔壁2が存在している中央部領域等で平均隔壁厚さより厚い隔壁1が混在しているため、中央部領域等で熱容量及び圧損の増大を抑制して、暖機特性等を向上させることもできるとともに、過度の剛性増加を抑制して、耐熱衝撃性の低下を防止する効

果も有する。

尚、図3（a）に示すように、排ガス導入管5を、排ガス噴き付け端面に対して、斜め上方に位置させて配置するコンバーターシステムでは、図3（b）に示すように、ハニカム構造体10の端面に至った排ガス21中の異物は、コーン部7内面に衝突して分岐して、端面の外周部近傍領域を円周方向に摺動し、再び排ガスに流れに乗って端面中央部領域を通過するように摺動することから、端面外周部近傍領域と中央部領域で主にエロージョンを生じる。従って、このタイプのコンバーターシステムでは、図3（b）に示すように、平均隔壁厚さより厚い隔壁2と平均隔壁厚さより薄い隔壁1とを混在してなる隔壁群11が、外周部近傍領域の少なくとも一部と中央部領域の少なくとも一部に配設され、平均隔壁厚さより薄い隔壁1のみからなる隔壁群12が、これら両者の領域の間に位置する中間領域に配設されているハニカム構造体とすることが好ましい。

次に、図10、11に示す第一のハニカム構造体における他の実施の形態について説明する。

図10、11に示すように、第一のハニカム構造体における他の実施形態としては、複数の隔壁1、2により、軸方向に貫通する複数の流通孔4が形成されているハニカム構造体10であって、複数の隔壁1、2が、複数の異なる厚さの隔壁により構成され、平均隔壁厚さより厚い隔壁2のみからなる隔壁群13が、特定の一部の領域に配設され、平均隔壁厚さより薄い隔壁1のみからなる隔壁群12が、その他の領域に配設されているものを挙げることができる。

このハニカム構造体10では、排ガス噴き付け領域に対応して、平均隔壁厚さより厚い隔壁2のみからなる隔壁群を配設することにより、効果的に耐エロージョン性を向上させることができるとともに、排ガス噴き付け領域に対応しないその他の領域で、平均隔壁厚さより薄い隔壁1のみからなる隔壁群12を配設することにより、高い暖機特性を維持して高度な浄化性能を発揮させることができる。また、単に端部のみ厚壁化した場合に比べ、構造体強度が向上するという利点も有する。

このようなハニカム構造体としては、図10、11に示すように、複数の隔壁1、2が、複数の異なる厚さの隔壁により構成され、平均隔壁厚さより薄い隔壁

1のみからなる隔壁群12が、外周部近傍領域の一部を少なくとも含んで配設され、平均隔壁厚さより厚い隔壁2のみからなる隔壁群13が、外周部近傍領域の内側に位置する中央部領域を含んで配設されているもの、又は図10、11に示すように、複数の隔壁1、2が、複数の異なる厚さの隔壁により構成され、平均隔壁厚さより厚い隔壁2のみからなる隔壁群13が、外周部近傍領域の一部を少なくとも含んで配設され、平均隔壁厚さより薄い隔壁1のみからなる隔壁群12が、外周部近傍領域の内側に位置する中央部領域を含んで配設されているものを挙げることができる。

前者の場合には、図1又は図3に示すコンバーターシステムのように排ガス噴き付け領域が中央部領域に集中する場合に、効果的に耐エロージョン性を向上させることができる。

特に、このハニカム構造体では、排ガス噴き付け領域である中央部領域で、隔壁群を平均隔壁厚さより厚い隔壁2のみにより構成しているため、耐エロージョン性が大きく、しかも平均隔壁厚さより厚い隔壁2と薄い隔壁1とを全体に均一に配設した構造に比べ、使用時に高温になり易い中央部の熱容量を増大させることができるため、中央部の過度の温度上昇が抑制されハニカム構造体各部の温度格差による熱応力の増大を抑制することができるという利点を有する。

更には、平均隔壁厚さより厚い隔壁2と平均隔壁厚さより薄い隔壁1の隔壁厚さの比を後述する範囲内で制御することにより、押出し成形時に、ハニカム構造体の中央部と外周部近傍領域で、押出し圧力、又は押出し原料の不均一に起因して発生する押出し速度のバラツキを的確に緩和して、押出し成形時の成形性を向上させることができる。

一方、後者の場合には、図2に示すコンバーターシステムのように排ガス噴き付け領域が外周部近傍領域に集中する場合、又は図3若しくは図4に示すコンバーターシステムのように、排ガスの局所的な還流22により、エロージョンが外周部近傍領域に集中する場合に効果的に耐エロージョン性を向上させることができる。

また、前者のハニカム構造体10としては、①図10に示すように、平均隔壁厚さより薄い隔壁1のみからなる隔壁群12が、外周部近傍領域に配設され、平

均隔壁厚さより厚い隔壁 2 のみからなる隔壁群 1 3 が、外周部近傍領域の内側に位置する中央部領域に配設されているものの他、②図 1 1 に示すように、平均隔壁厚さより厚い隔壁 2 のみからなる隔壁群 1 3 が、中央部領域の少なくとも一部と、更に外周部の一部を含んで断面形状が十字形状となる領域で配設され、平均隔壁厚さより薄い隔壁 1 のみからなる隔壁群 1 2 が、その他の外周部近傍領域の一部を含む領域に配設されているものを挙げることができる。

図 1 0 に示すハニカム構造体 1 0 では、図 1 又は図 3 に示すコンバーターシステムのように、排ガス噴き付け領域がハニカム構造体 1 0 の中央部に集中する場合に、効果的に耐エロージョン性を向上させることができる。

また、図 1 1 に示すハニカム構造体 1 0 では、図 1 0 に示すハニカム構造体 1 0 と同様に、排ガス噴き付け領域がハニカム構造体 1 0 の中央部に集中する場合に、効果的に耐エロージョン性を向上させることができることに加え、ハニカム構造体 1 0 の外周部近傍領域の一部に平均隔壁厚さより厚い隔壁 2 が存在しているのため、図 1 0 に示すハニカム構造体 1 0 に比べ、ハニカム構造体全体の機械的強度を高め、成形時の保型性と耐キャニング性を向上させることができる。

また、後者のハニカム構造体 1 0 としては、①図 1 2 に示すように、平均隔壁厚さより厚い隔壁 2 のみからなる隔壁群 1 3 が、外周部近傍領域に配設され、平均隔壁厚さより薄い隔壁 1 のみからなる隔壁群 1 2 が、外周部近傍領域の内側に位置する中央部領域に配設されているものの他、②図 1 3 に示すように、平均隔壁厚さより薄い隔壁 1 のみからなる隔壁群 1 2 が、外周部近傍領域の内側に位置する中央部領域を含んで断面形状が外周壁に接続する四辺で囲まれる四角形となる領域に設けられ、平均隔壁厚さより厚い隔壁 2 のみからなる隔壁群 1 3 が、その他の外周部近傍領域の一部を含む領域に設けられているものを挙げることができる。

図 1 2 に示すハニカム構造体 1 0 では、図 2 に示すコンバーターシステムのように排ガス噴き付け領域が外周部近傍領域に集中する場合、又は、図 3 若しくは図 4 に示すコンバーターシステムのように、排ガスの局所的な還流 2 2 により、エロージョンが外周部近傍領域に集中する場合に、効果的に耐エロージョン性を向上させることができる。また、図 1 3 に示すハニカム構造体 1 0 では、図 1 2

に示すハニカム構造体 10 と同様に、排ガス噴き付け領域が外周部近傍領域に集中する場合、又は排ガスの局所的な還流 22 により、エロージョンが外周部近傍領域に集中する場合に、効果的に耐エロージョン性を向上させることができることに加え、平均隔壁厚さより薄い隔壁 1 のみからなる隔壁群 12 が、外周部近傍領域の一部にも配設されているため、熱容量及び圧損の低減、及び耐熱衝撃性の向上等の効果をより増大させることができる。

尚、この実施形態のハニカム構造体 10 では、エロージョンが主に中央部領域の隔壁で生じるものの、端面全域に亘って起こり、外周部側程、エロージョン現象が徐々に小さくなる場合には、平均隔壁厚さより薄い隔壁 1 及び平均隔壁厚さより厚い隔壁 2 を、それぞれ 2 種以上の異なる厚さの隔壁からなるもので構成し、ハニカム構造体 10 の中央部から外周方向にかけて、段階的又は連続的に薄い隔壁を配設することにより、効果的に耐エロージョン性を向上させることもできる。

次に、第一のハニカム構造体における更に他の実施形態について説明する。

第一のハニカム構造体の更に他の実施形態としては、複数の隔壁により、軸方向に貫通する複数の流通孔が形成されているハニカム構造体であって、複数の隔壁が配設されている全領域で、平均隔壁厚さより厚い隔壁と平均隔壁厚さより薄い隔壁とが、混在して配設され、平均隔壁厚さより厚い隔壁を相対的に多く混在してなる隔壁群が、特定の一部の領域に配設され、平均隔壁厚さより薄い隔壁を相対的に多く混在してなる隔壁群が、その他の領域に配設されているものを挙げることができる。

このハニカム構造体では、排ガス噴き付け領域に対応して特定の一部の領域に、平均隔壁厚さより厚い隔壁を相対的に多く混在してなる隔壁群を配設することにより、効果的に耐エロージョン性を向上させるとともに、排ガス噴き付け領域に対応しないその他の領域では、平均隔壁厚さより薄い隔壁を相対的に多く混在してなる隔壁群を配設することにより、高い暖機特性を維持して高度な浄化性能を発揮させることができる。また、単に端部のみ厚壁化した場合に比べ、耐熱衝撃性及び構造体強度が向上するという利点も有する。また、このハニカム構造体では、平均隔壁厚さより厚い隔壁を平均隔壁厚さより薄い隔壁と全体で混在させ

て配設しているため、特に、高い暖機特性を発揮することができるとともに、熱応力の集中も極力緩和することができる。また、このハニカム構造体では、エロージョンが、特定の一部の領域で主に生じるものの、少なからず全領域で生じる場合に、効果的に耐エロージョン性を向上させることができる。

尚、このハニカム構造体でも、平均隔壁厚さより薄い隔壁を、2種以上の異なる厚さの隔壁により構成してもよく、平均隔壁厚さより厚い隔壁を、2種以上の異なる厚さの隔壁により構成してもよい。

次に、図14、15に示す第一のハニカム構造体における更に他の実施形態について説明する。

図14、15に示すように、第一のハニカム構造体10では、図1～3に示すコンバーターシステムのように、排ガスの噴き付け方向が、流通孔3の貫通方向に対して一定の角度を有している場合には、複数の隔壁のうち、ハニカム構造体10の外周面における法線20が通過する位置に設けられている流通孔3を形成し、かつこの法線20に対し、70～110度に位置するものについて、平均隔壁厚さより厚い隔壁2により構成させることが好ましく、80～100度に位置するものについて、平均隔壁厚さより厚い隔壁2により構成させることがより好ましく、85～95度に位置するものについて、平均隔壁厚さより厚い隔壁2により構成させることが特に好ましい。

排ガスの噴き付け方向が、流通孔3の貫通方向に対して一定の角度を有している場合には、排ガス中の異物の移動方向と垂直に近い位置に配設されている隔壁程、異物による衝撃を受け易いため、このような衝撃を受け易い隔壁を平均隔壁厚さより厚い隔壁2により構成させることにより、効果的に耐エロージョン性を向上させることができる。

尚、70～110度の範囲に限ったのは、この範囲外のものまで平均隔壁厚さより厚い隔壁2により構成させると、耐エロージョン性の向上という効果に比べ、熱容量の増大による暖機特性の低下という弊害の方が大きくなってしまう場合があるからである。

他方、排ガス中の異物の粒径が、1mm以上の大きな粒径のものが多く含まれる場合には、図16に示すように、複数の隔壁のうち、外周部近傍領域で、ハニ

カム構造体 10 の外周面における法線 20 が通過する位置に設けられているの流通孔 3 を形成し、かつこの法線 20 に対し、 $\pm 20$  度に位置するものについて、平均隔壁厚さより厚い隔壁 2 により構成させることが好ましく、 $\pm 10$  度に位置するものについて、平均隔壁厚さより厚い隔壁 2 により構成させることがより好ましく、 $\pm 5$  度に位置するものについて、平均隔壁厚さより厚い隔壁 2 により構成させることが特に好ましい。

エキマニ 5 をステンレス製とした場合には、溶接物等に由来する粒径 1 mm 以上の比較的大きな異物が発生するが、この異物は、排ガス噴き付け端面上を摺動してコーン部 7 内面でその移動方向を変更し、主に端面の外周部近傍を円周方向に摺動することから、外周部近傍に配設された隔壁のうち、円周方向に対して垂直に近い位置の隔壁程、この粒径の大きな異物による衝撃を受け易い。そこで、このような位置に設けられる隔壁を平均隔壁厚さより厚い隔壁により構成させることにより、効果的に耐エロージョン性を向上させることができる。

また、このように平均隔壁厚さより厚い隔壁 2 を配設した場合には、外周部近傍領域で、流通孔 3 に対応する法線 20 に対し、 $\pm 20$  度以外で位置する隔壁については、より薄い隔壁を配設し、中央部領域では、更に薄い隔壁を配設することが、耐エロージョン性を効果的に向上させながら、熱容量を低減して暖機特性を向上させる点で好ましい。

第一のハニカム構造体においては、複数の異なる厚さの隔壁における平均隔壁厚さが、0.10 mm 未満であることが好ましく、0.065 mm 未満であることがより好ましい。

平均隔壁厚さを、0.10 mm 未満とすることにより、近年の要請に充分に対応する暖機特性を発揮することができるとともに、圧力損失を大幅に低減することができる。

ここで、本明細書中、「平均隔壁厚さ」とは、ハニカム構造体を設計する場合の、構造体の熱容量又は圧力損失や機械的強度を計算するための隔壁厚さの代表寸法であり、概ね異なる 2 種以上の隔壁厚さの総和を隔壁厚さの種類の数で割った値である。尚、従来のハニカム構造体は、平均隔壁厚さが 0.10 mm 以上の隔壁により構成され、床下に搭載されるものが殆どであり、特に耐エロージョン



性を考慮するものではない。

第一のハニカム構造体においては、複数の異なる厚さの隔壁中、最も薄い隔壁の厚さ ( $t_1$ ) に対する、最も厚い隔壁の厚さ ( $t_2$ ) の比 ( $t_2/t_1$ ) が、1.05～2.00とすることが好ましく、1.10～1.50とすることがより好ましく、1.20～1.30とすることが特に好ましい。

最も薄い隔壁の厚さ ( $t_1$ ) に対する、最も厚い隔壁の厚さ ( $t_2$ ) の比 ( $t_2/t_1$ ) が、1.05未満であると、所望の耐エロージョン性を得ることが困難になる場合がある。一方、1.5より大きくなると、耐エロージョン性の向上という効果に比べ、熱容量の増大による暖機特性の低下という弊害の方が大きくなってしまふおそれがあるばかりか、押出し成形時に、最も薄い隔壁と最も厚い隔壁との間で押出し速度の格差が大きくなり成形性が低下してしまうことがある。

特に、近年の要請に応じて、隔壁平均厚さを0.1mm以下とするような場合には、薄い隔壁の流動抵抗が非常に大きくなることから、最も薄い隔壁と最も厚い隔壁との隔壁厚さの比が、上述した範囲外であると、押出し速度の格差が極めて大きくなり、看過し得ないような変形を生じてしまうことがある。

尚、最も薄い隔壁と最も厚い隔壁との隔壁厚さの比が、上述した範囲外であると、乾燥時や焼成時にも、乾燥速度や焼成速度のバラツキが大きくなり、収縮応力によるクラックや破損を生じる場合がある。

もっとも、隔壁により微粒子の除去を行う排ガス浄化フィルターの場合には、隔壁の厚さを0.2～0.5mmとすることが好ましい。また、所望のフィルター機能を得るためには、隔壁の気孔率が40%以上とすることが好ましい。尚、所望のフィルター機能を得るために気孔率が大きくなる排ガス浄化フィルターでは、より大きな耐エロージョン性が求められ、特に、ディーゼル車用のフィルターでは、酸化スケールやオイルアッシュ等に由来する多量の異物が隔壁と衝突する厳しい環境の下で使用されることから、耐エロージョン性に対する要求が大きいが、本発明のハニカム構造体を適用することにより、このような要求に応じることが可能となる。

第一のハニカム構造体における、平均隔壁厚さより厚い隔壁と平均隔壁厚さより薄い隔壁の全体における存在比率（平均隔壁厚さより厚い隔壁：平均隔壁厚さ

より薄い隔壁)は、1:1~1:3が好ましく、1:2~1:2.5がより好ましい。存在比率が、1:1より小さいと、熱容量の増大による暖機特性の低下という弊害の方が大きくなってしまのおそれがあり、1:3より大きいと、所望の耐エロージョン性を得ることが困難な場合がある。

第一のハニカム構造体は、生産性が高く、低コストである点で、押出し成形により、外周壁と隔壁を一体成形することが好ましく、隔壁を厚壁化する方法としては、例えば、均一のスリット幅を有する成形用口金を、厚壁化したい領域の隔壁を放電加工して所望のスリット幅としたものを用いて押出し成形する方法、又は均一のスリット幅を有する成形用口金にメッキを施し、厚くしたい隔壁の領域のみメッキ厚さを薄くしたものを用いて押出し成形する方法等を挙げることができる。

第一のハニカム構造体では、外周壁の厚さについて特に制限はないが、隔壁の外周部近傍で平均隔壁厚さより薄い隔壁の存在率が高い場合には、構造体全体の強度を向上させる点から、隔壁厚さに対して二倍以上の厚さとすることが好ましく、排ガスがハニカム構造体の外周壁にあたる場合、又はハニカム構造体の外周壁を含む領域で異物が摺動するような場合には、外周壁をより厚くすることが好ましい。

第一のハニカム構造体の材料としては特に制限はなく、例えば、コーージェライト、アルミナ、ムライト、リチウム・アルミニウム・シリケート、チタン酸アルミニウム、チタニア、ジルコニア、窒化珪素、窒化アルミニウム、炭化珪素からなる群より選ばれた少なくとも1種のセラミック材料若しくはそれらの複合材料、又は活性炭、シリカゲル、若しくはゼオライト等の吸着材料を挙げることができる。また、ステンレス鋼等の耐熱性金属材料等であってもよい。

但し、上述したように、平均隔壁厚さが0.1 mm以下と薄くする場合には、ハニカム構造体の機械的強度、及び耐エロージョン性が低下するため、材料気孔率を、10~25%程度に緻密化し、機械的強度及び耐エロージョン性を向上させることが好ましい。

この際、ハニカム構造体全体を緻密化しても、端面部を局部的に緻密化してもよいが、キャニングに対する機械的強度、及び全体の機械的強度を高める点、更

には熱容量増加による温度上昇を抑制することができる点では、全体的に緻密化することが好ましい。また、局部的に緻密化する場合には、その他の部位との不連続性に起因して耐熱衝撃性を低下する危険性があるため、緻密度合いを連続的に傾斜化することが好ましい。更に、過度の緻密化は、熱膨張係数の増大により耐熱衝撃性の低下を招く恐れがあるため、気孔率を上述した範囲とすることが好ましい。

また、第一のハニカム構造体では、複数の隔壁に、触媒成分を担持することが好ましく、触媒成分としては、例えば、Pt、Pd、Rh等を挙げることができる。また、第一のハニカム構造体は、各流通孔を、貫通する両端面で、目封じ材により互い違いに目封じすることによりハニカムフィルターとすることができる。尚、目封じ材について特に制限はなく、例えば、前述した第一のハニカム構造体の材料と同様のものを用いることができる。

## 2. 第二のハニカム構造体

本発明の第二のハニカム構造体は、複数の隔壁により仕切られ、軸方向に貫通して形成される複数の流通孔を備えるハニカム構造体であって、複数の隔壁が、複数の異なる厚さの隔壁により構成され、平均隔壁厚さより厚い隔壁と、平均隔壁厚さより薄い隔壁とを、不規則に配設されてなるものである。

これにより、排ガス中の異物が、予測不能に不規則に各隔壁と衝突する状況でも、効果的に耐エロージョン性を向上させることができる。また、熱応力の集中を緩和することにより耐熱衝撃性を向上させることができる。

第二のハニカム構造体では、平均隔壁厚さより厚い隔壁と、平均隔壁厚さより薄い隔壁を、不規則に配設すること以外の点については、前述した第一のハニカム構造体と同様である。従って、ここでは、それらの点については省略して説明する。

第二のハニカム構造体では、前述した第一のハニカム構造体のように、構造体全体で、平均隔壁厚さより厚い隔壁と、平均隔壁厚さより薄い隔壁の存在率に格差を設けて配設してもよいが、排ガスが、噴き付け端面全体に噴き付けられている場合には、構造体全体で、均一となるように配設することが好ましい。

不規則な配列は、例えば、カオス理論により決定することができるが、具体的

には、図19に示すグラフのように隔壁厚さを変化させたものを挙げることができる。

### 3. コンバーターシステム

図1～4に示すように、本発明のコンバーターシステムは、前述した第一若しくは第二のハニカム構造体10（第二のハニカム構造体は図示せず）又は排ガス浄化フィルター（図示せず）と、第一若しくは第二のハニカム構造体10等に排ガスを導入する排ガス導入管5と、第一若しくは第二のハニカム構造体等と排ガス導入管5とを把持するケースと、排ガス導入管5が連結し、ケース6に接合しているコーン部7とにより構成されるものである。

本発明のコンバーターシステムでは、第一のハニカム構造体10又はこれを用いたハニカムフィルターにより構成させる場合には、ハニカム構造体10等に配設される平均隔壁厚さより厚い隔壁2が、少なくとも排ガス噴き付け領域及び又は異物摺動領域の一部を含んで配設され、平均隔壁厚さより薄い隔壁1が、少なくとも排ガス噴き付け領域以外の領域の一部を含んで配設されているため、エキマニ直下に搭載した場合であっても、耐エロージョン性、及び耐熱衝撃性に優れ、かつ所望の暖機特性を発揮するコンバーターシステムとすることができる。

また、第二のハニカム構造体又はこれを用いたハニカムフィルターにより構成させる場合には、平均隔壁厚さより厚い隔壁と、平均隔壁厚さより薄い隔壁とが、不規則に配設されているため、排ガス中の異物が、予測不能に不規則に各隔壁と衝突する状況でも、効果的に耐エロージョン性を向上させることができるとともに、熱応力の集中を緩和することにより耐熱衝撃性を向上させることができる。

以下、本発明を実施例により具体的に説明するが、本発明はこれら実施例に何ら限定されるものではない。

#### （実施例及び比較例）

##### 実施例1

異なる厚さのメッキを施して、所望の異なる厚さの隔壁にそれぞれ対応する幅のスリットを有する成形用口金を用いて、押出し成形により、ハニカム構造体の

断面形状が円形、気孔率40%、直径100mm×長さ100mm、流通孔の断面形状が正方形、セル密度が900 c p s i (セルピッチ0.84mm)、相対的に薄い隔壁の厚さが0.065mm (2.5 m i l)、相対的に厚い隔壁の厚さが0.076mm (3.0 m i l)、薄い隔壁の厚さに対する厚い隔壁の厚さの比が1.15であり、外周面から中央部方向に最大20セルまでが含まれる外周部近傍領域の対向する両サイドの半月形状の領域で、ハニカム構造体の外周面における法線に対応する位置の流通孔を形成し、かつ該法線に対し、70~110度に位置する隔壁のみを0.076mm (3.0 m i l)の厚い隔壁により構成したコージェライト質ハニカム構造体を作製した。

#### 比較例1

相対的に薄い隔壁と、相対的に厚い隔壁とを、ハニカム構造体全体に交互に配設したこと以外は実施例1と同様にしてコージェライト質ハニカム構造体を作製した。

#### (評価方法)

図2に示す構成のコンバーターシステムを用い、鋳鉄製エキマニに、異物投入口を設けて、定期的に所定量の異物をエキマニ内に投入して、コンバーターシステム内に設置したハニカム構造体の排ガス噴き付け端面に排ガスを噴き付けた。排ガス噴き付け領域は、ハニカム構造体の排ガス噴き付け端面における外周部近傍領域のうち、対向する両サイドに位置する図7に示す半月状領域であり、この領域に配設された隔壁を主として、排ガス流れに乗せて異物を繰り返し衝突させてエロージョン試験を行い、耐エロージョン性を評価した。

この際、異物は、酸化スケールを模擬した擬似異物として、市販のGC (S i C) 砥粒 (平均粒径50  $\mu$ m) を用いた。また、エロージョン量は、ビーズを用いて、エロージョン試験前後でのビーズ充填体積差で測定した。尚、試験後には、ハニカム構造体の排ガス噴き付け端面上には、異物は残存していなかった。

#### (評価結果)

実施例1及び比較例1で得られたハニカム構造体に触媒成分を所定量担持したハニカム触媒体を用いて、エロージョン試験を行ったところ、実施例1のハニカム構造体では、比較例1のハニカム構造体に比べ、耐エロージョン性が、約40

%向上していた。

尚、各ハニカム構造体における、触媒成分の担持量を変化させて、同様の試験を行っても同様の結果が得られた。

#### 産業上の利用可能性

以上説明したように、本発明によれば、浄化性能における暖機特性の向上、及びエンジンの始動直後に排出される有害物質の低減といった近年の要請を満足させながらも、外圧に対する十分な機械的強度を有し、同時に耐エロージョン性、及び耐熱衝撃性の大きなハニカム構造体等を提供することができる。

## 請 求 の 範 囲

1. 複数の隔壁により、軸方向に貫通する複数の流通孔が形成されているハニカム構造体であって、

該複数の隔壁が、複数の異なる厚さの隔壁により構成され、

該複数の異なる厚さの隔壁中、平均隔壁厚さより厚い隔壁が、隔壁が配設されている全領域のうち、特定の一部の領域で、その他の領域に比較して高い割合で配設されていることを特徴とするハニカム構造体。

2. 複数の隔壁により、軸方向に貫通する複数の流通孔が形成されているハニカム構造体であって、

該複数の隔壁が、複数の異なる厚さの隔壁により構成され、

平均隔壁厚さより厚い隔壁と、平均隔壁厚さより薄い隔壁とを混在してなる隔壁群が、隔壁が配設されている全領域のうち、特定の一部の領域に配設され、平均隔壁厚さより薄い隔壁のみからなる隔壁群が、その他の領域に配設されていることを特徴とするハニカム構造体。

3. 該平均隔壁厚さより厚い隔壁と平均隔壁厚さより薄い隔壁を混在してなる隔壁群が、少なくとも外周部近傍領域の一部を含んで配設され、該平均隔壁厚さより薄い隔壁のみからなる隔壁群が、該外周部近傍領域の内側に位置する中央部領域を含んで配設されている請求項2に記載のハニカム構造体。

4. 該平均隔壁厚さより薄い隔壁のみからなる隔壁群が、少なくとも外周部近傍領域の一部を含んで配設され、該平均隔壁厚さより厚い隔壁と平均隔壁厚さより薄い隔壁を混在してなる隔壁群が、該外周部近傍領域の内側に位置する中央部領域を含んで配設されている請求項2に記載のハニカム構造体。

5. 複数の隔壁により、軸方向に貫通する複数の流通孔が形成されているハニカム構造体であって、

該複数の隔壁が、複数の異なる厚さの隔壁により構成され、

平均隔壁厚さより薄い隔壁のみからなる隔壁群が、外周部近傍領域の一部を少なくとも含んで配設され、該平均隔壁厚さより厚い隔壁のみからなる隔壁群が、該外周部近傍領域の内側に位置する中央部領域を含んで配設されていることを特徴とするハニカム構造体。

6. 該複数の隔壁が、ハニカム構造体の中央部から外周方向にかけて、段階的又は連続的に薄くなっている請求項5に記載のハニカム構造体。

7. 複数の隔壁により、軸方向に貫通する複数の流通孔が形成されているハニカム構造体であって、

該複数の隔壁が配設されている全領域で、平均隔壁厚さより厚い隔壁と平均隔壁厚さより薄い隔壁とが、混在して配設され、

該平均隔壁厚さより厚い隔壁を相対的に多く混在してなる隔壁群が、特定の一部の領域に配設され、該平均隔壁厚さより薄い隔壁を相対的に多く混在してなる隔壁群が、その他の領域に配設されていることを特徴とするハニカム構造体。

8. 該平均隔壁厚さより薄い隔壁の割合が、ハニカム構造体の中央部から外周方向にかけて、段階的又は連続的に大きくなっている請求項7に記載のハニカム構造体。

9. 該平均隔壁厚さより厚い隔壁と、該平均隔壁厚さより薄い隔壁とを、不規則に配設してなる請求項2～8のいずれか一項に記載のハニカム構造体。

10. 複数の隔壁により、軸方向に貫通する複数の流通孔が形成されているハニカム構造体であって、

該複数の隔壁が、複数の異なる厚さの隔壁により構成され、平均隔壁厚さより厚い隔壁と、平均隔壁厚さより薄い隔壁とを、不規則に配設してなることを特徴とするハニカム構造体。

11. 該平均隔壁厚さより薄い隔壁が、2種以上の異なる厚さの隔壁である請求項2～10のいずれか一項に記載のハニカム構造体。

12. 該平均隔壁厚さより厚い隔壁が、2種以上の異なる厚さの隔壁である請求項2～11のいずれか一項に記載のハニカム構造体。

13. 該複数の隔壁が、外周部近傍領域で、ハニカム構造体の外周面に対する法線が通過する位置の流通孔を形成し、かつ該法線に対し、 $\pm 20$ 度に位置するものについて、該平均隔壁厚さより厚い隔壁により構成されている請求項2～12のいずれか一項に記載のハニカム構造体。

14. 該複数の隔壁が、ハニカム構造体の外周面に対する法線が通過する位置の流通孔を形成し、かつ該法線に対し、 $70 \sim 110$ 度に位置するものについて



、該平均隔壁厚さより厚い隔壁により構成されている請求項 2 ～ 13 のいずれか一項に記載のハニカム構造体。

15. 外周壁に隣接する隔壁を含む隔壁群により形成される流通孔を閉塞してなる請求項 2 ～ 14 のいずれか一項に記載のハニカム構造体。

16. 該複数の流通孔の系方向における断面形状が、三角形、四角形、五角形、六角形、八角形、丸形状のいずれか 1 種、又はこれらの 2 種以上である請求項 1 ～ 15 のいずれか一項に記載のハニカム構造体。

17. 該複数の異なる厚さの隔壁における、平均隔壁厚さが、0.10 mm 未満である請求項 1 ～ 16 のいずれか一項に記載のハニカム構造体。

18. 該複数の異なる厚さの隔壁における、最も薄い隔壁の厚さ ( $t_1$ ) に対する、最も厚い隔壁の厚さ ( $t_2$ ) の比 ( $t_2/t_1$ ) が、2 以下である請求項 1 ～ 17 のいずれか一項に記載のハニカム構造体。

19. 該複数の隔壁に、触媒成分を担持してなる請求項 1 ～ 18 のいずれか一項に記載のハニカム構造体。

20. 請求項 1 ～ 19 のいずれか一項に記載のハニカム構造体を、該流通孔が貫通する両端面で、目封じ材により互い違いに目封じしてなるハニカムフィルター。

21. 請求項 1 ～ 20 のいずれか一項に記載のハニカム構造体又はハニカムフィルターと、該ハニカム構造体又はハニカムフィルターに排ガスを導入する排ガス導入管と、該ハニカム構造体又は該ハニカムフィルターを把持するケースと、該排ガス導入管が連結し、該ケースに接合しているコーン部とを備えるコンバーターシステム。

1/14

図 1

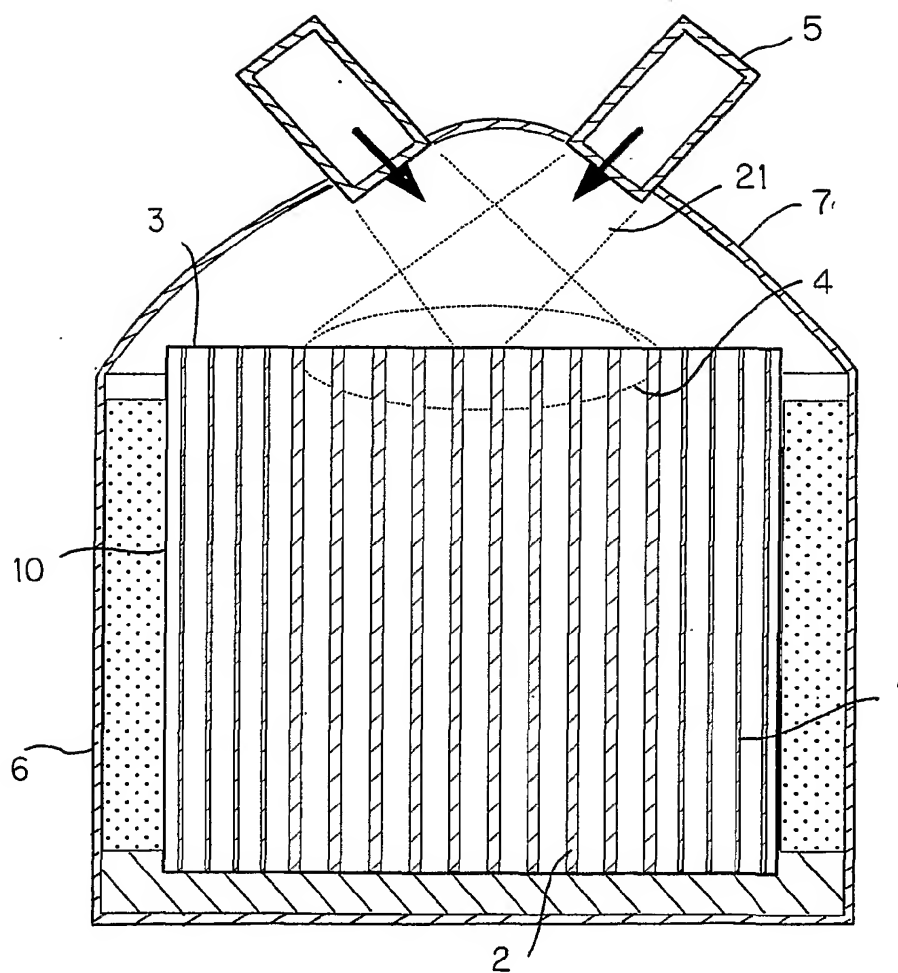
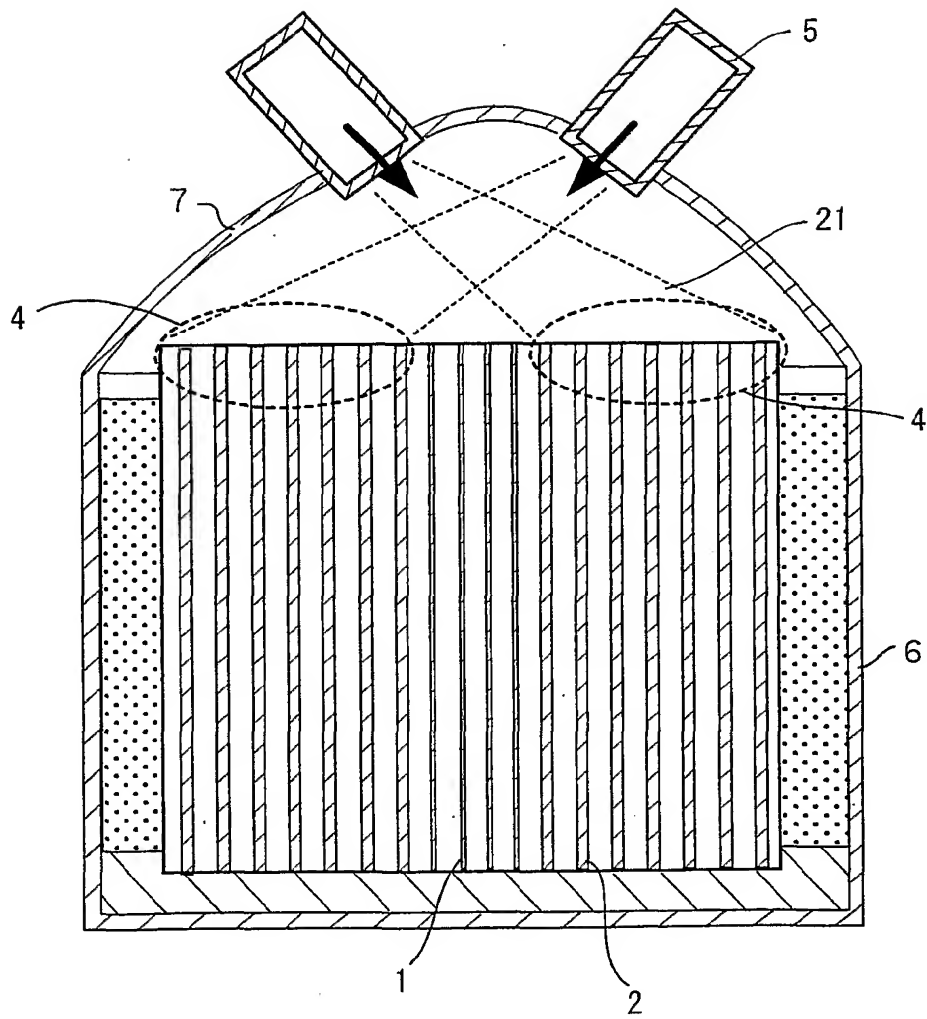


図2



3/14

図3(a)

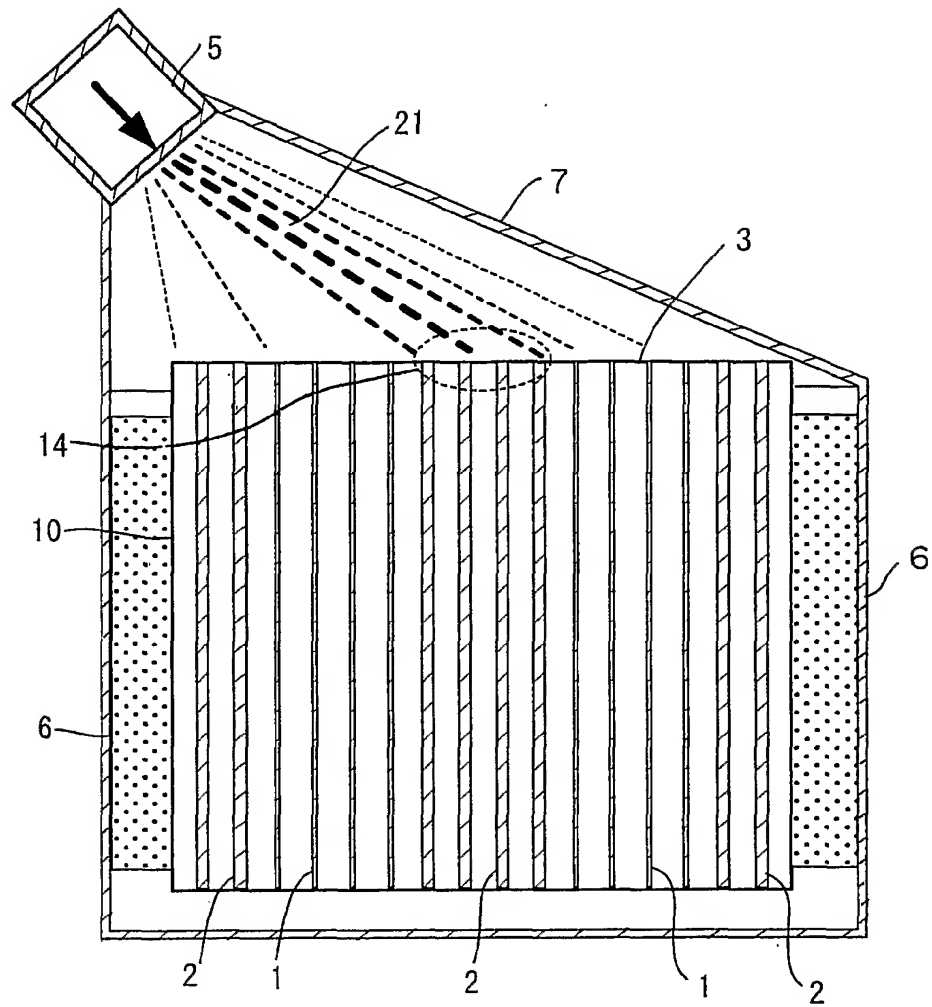
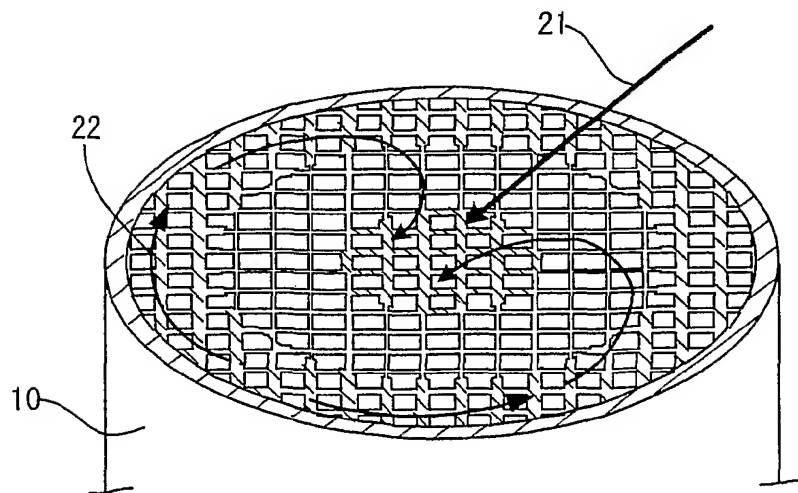
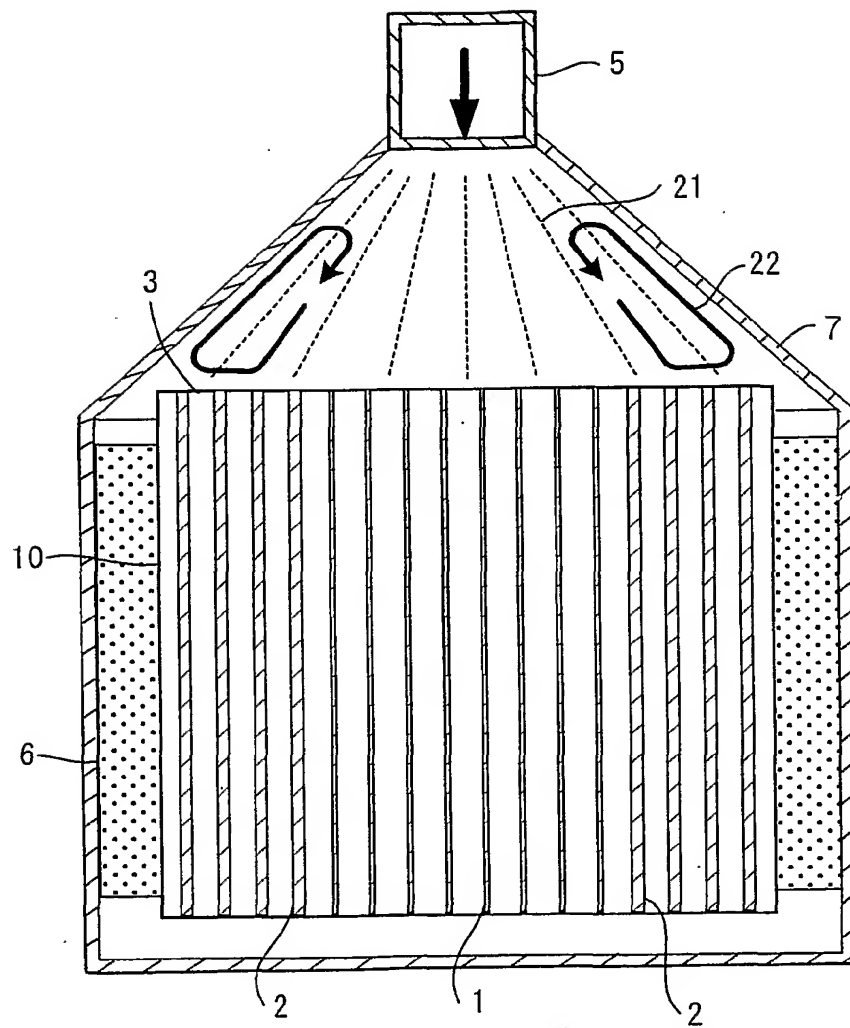


図3(b)



4/14

図 4



5/14

図5

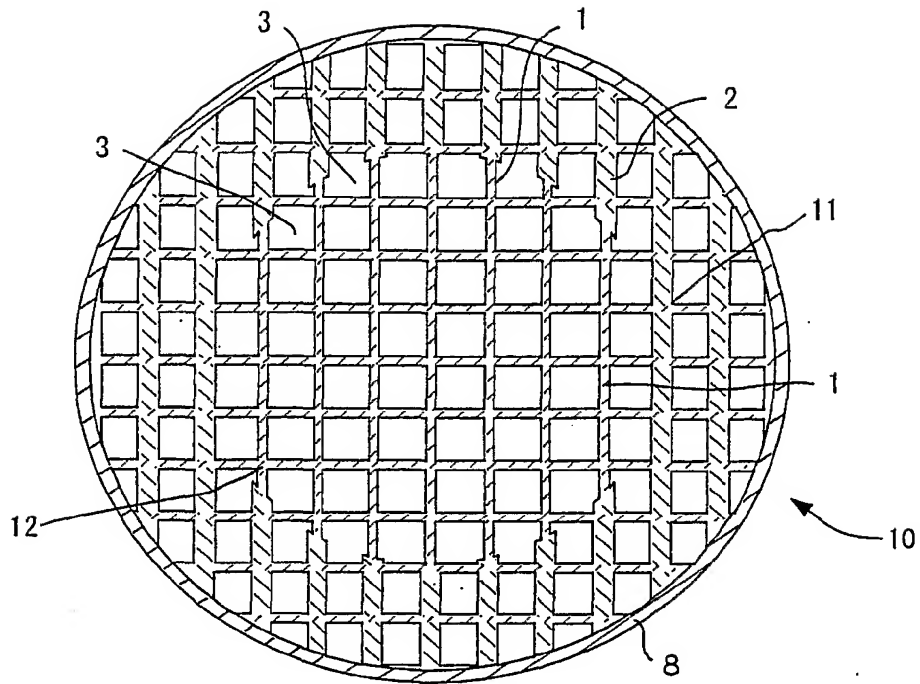


図6

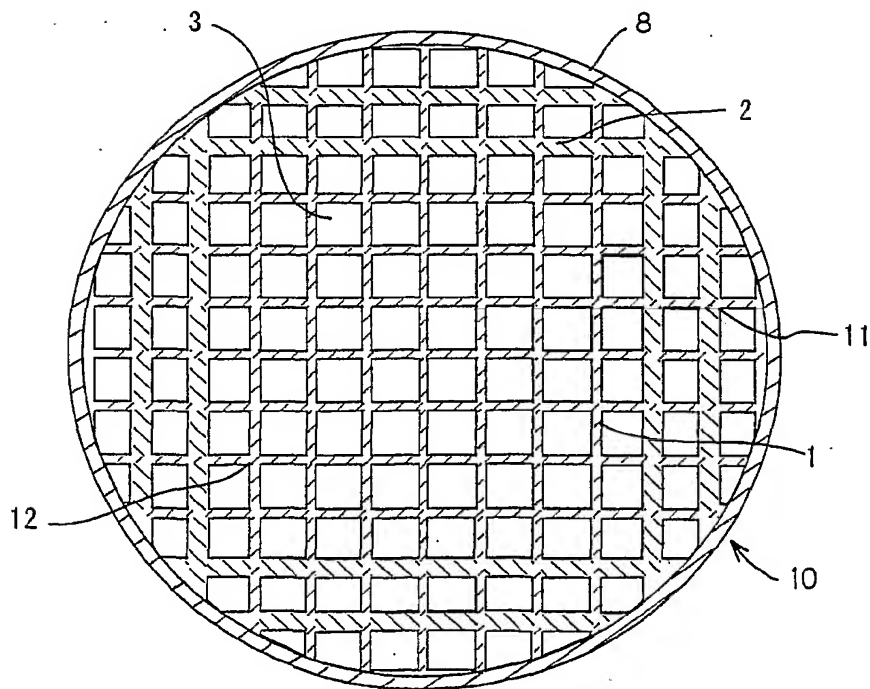


図7

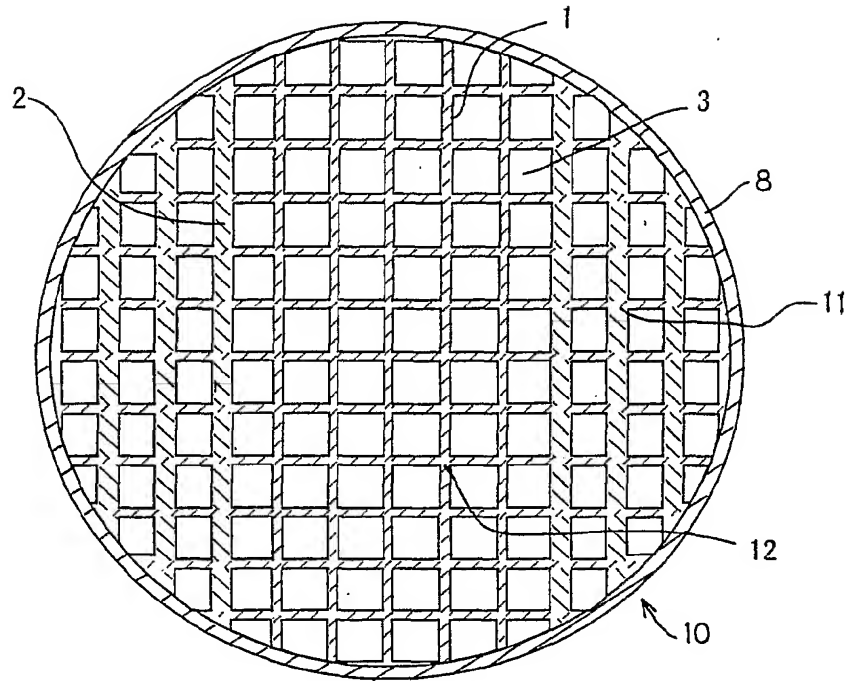
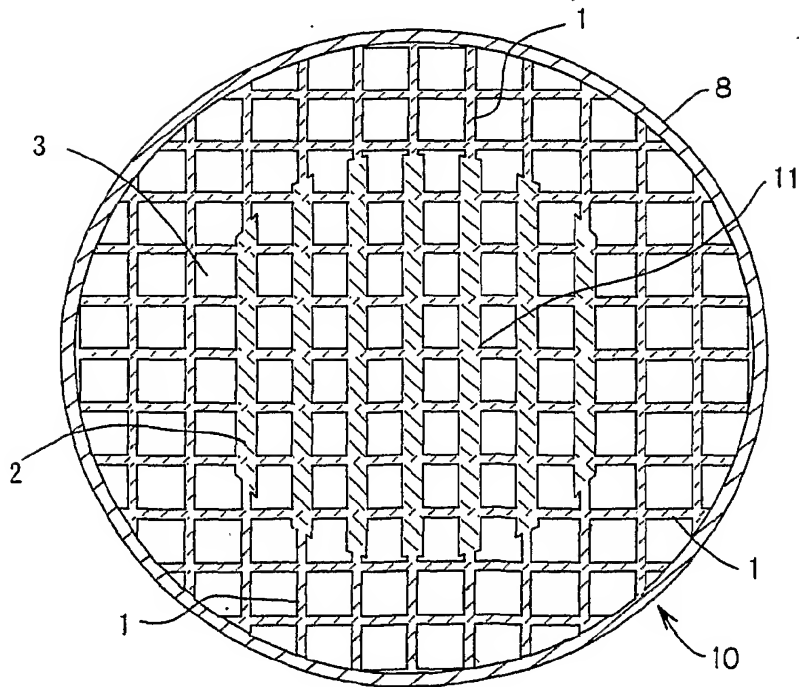


图8



7/14

図9

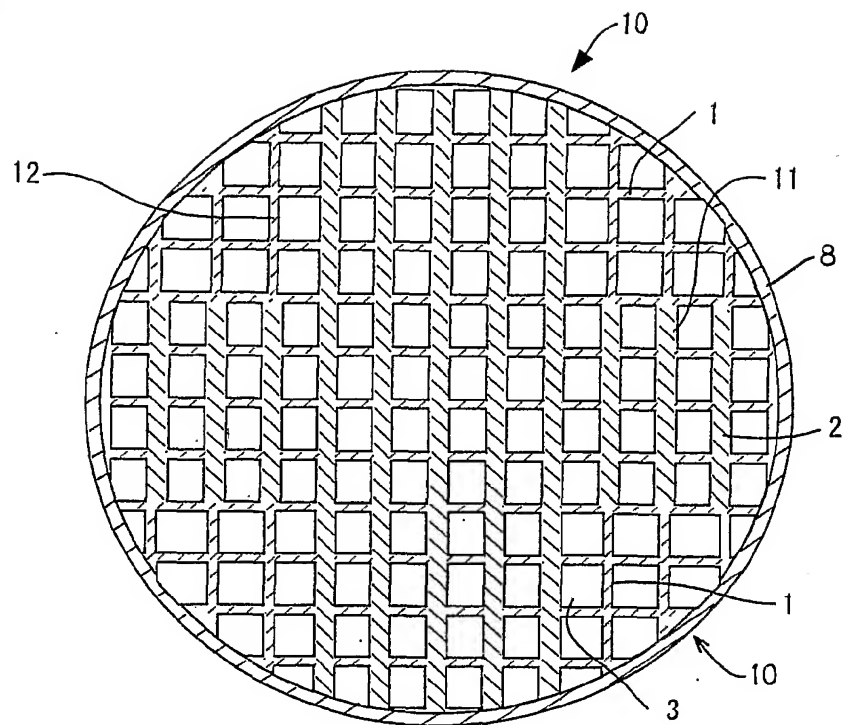


図10

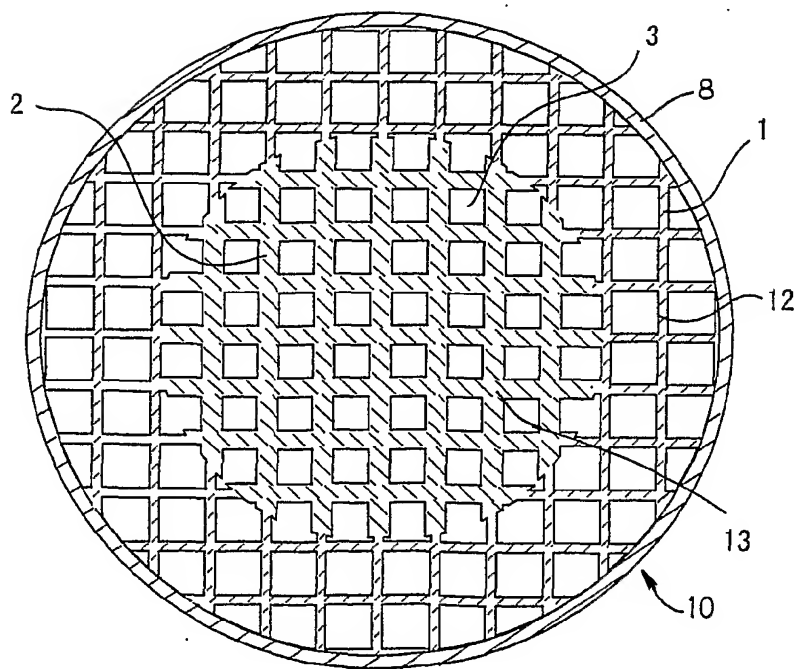




図11

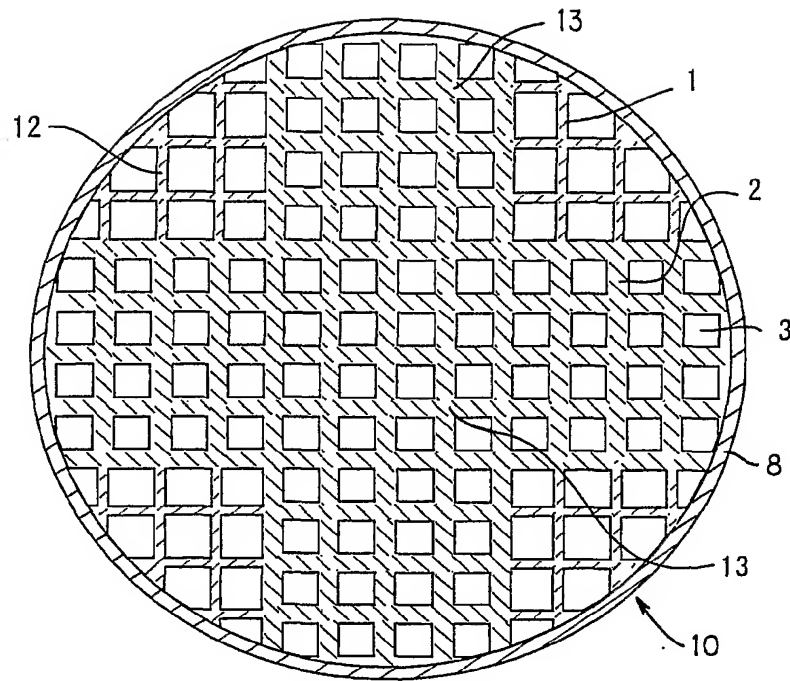


図12

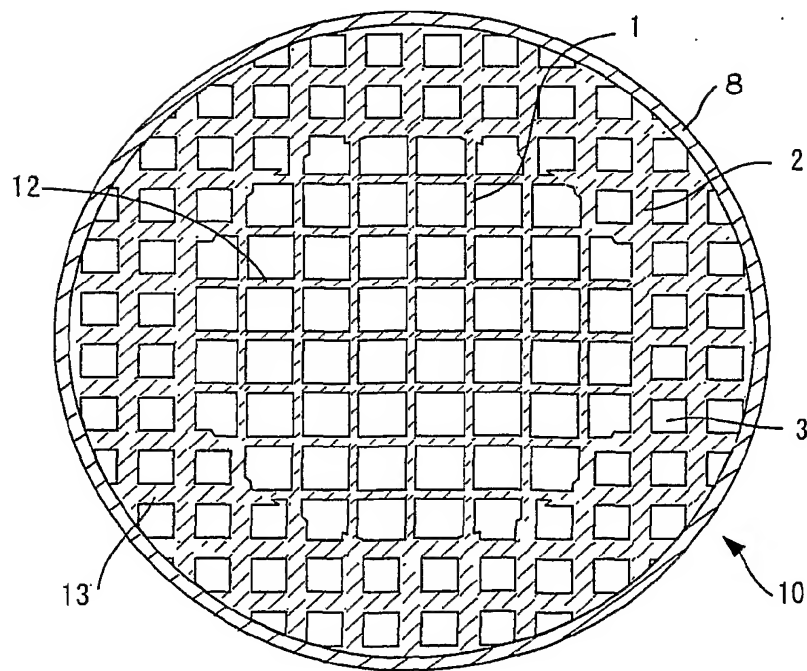
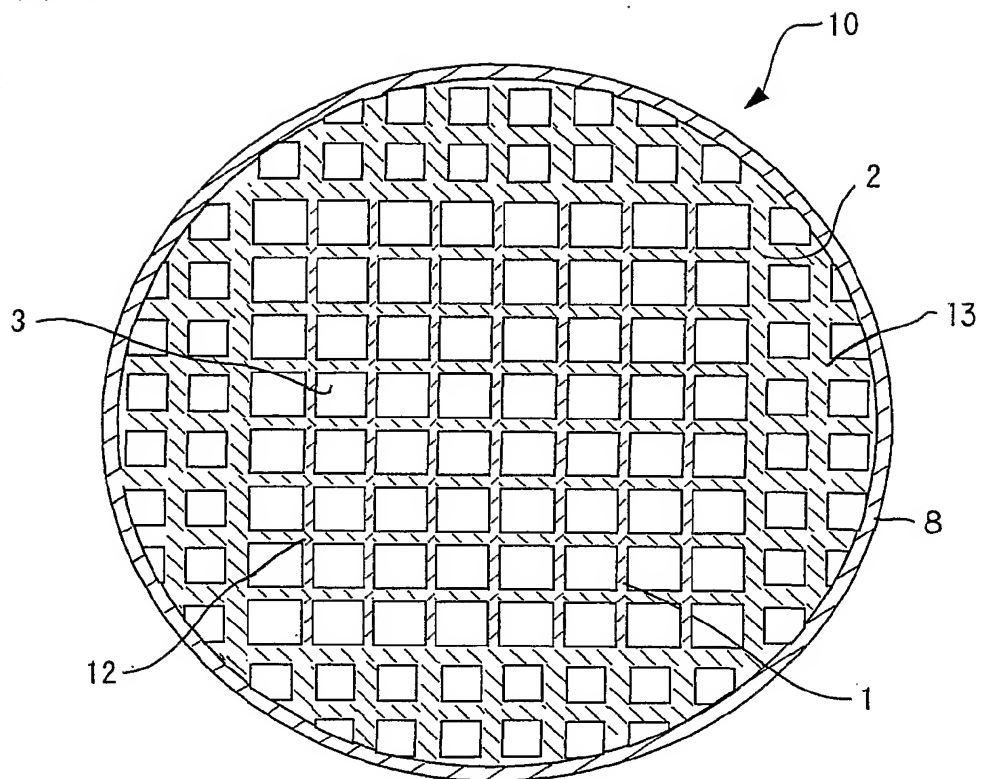


図13



10/14

図14

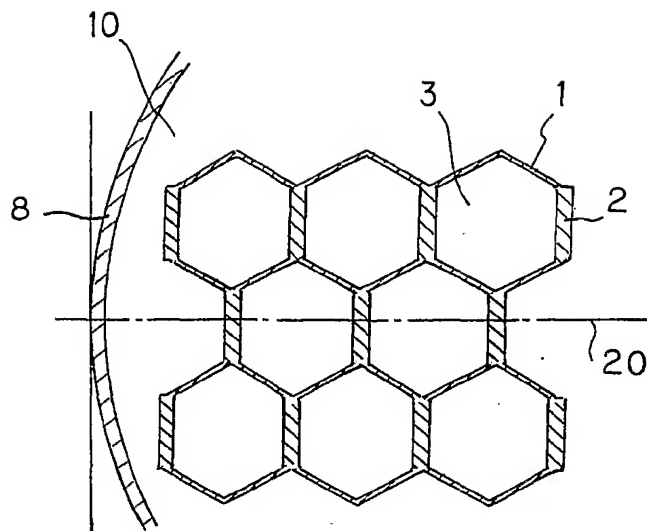
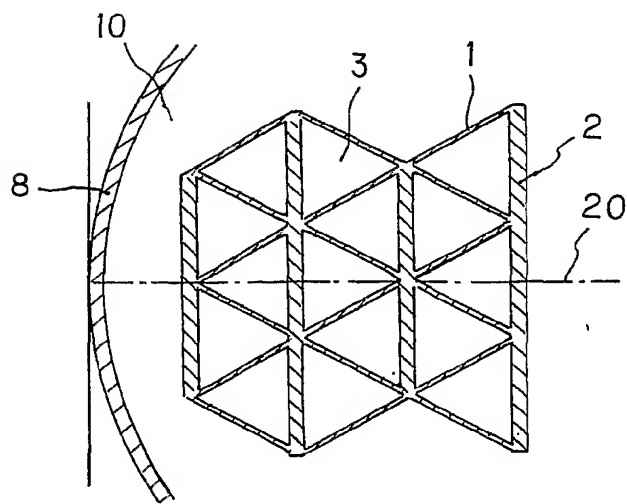


図15



11/14

図16

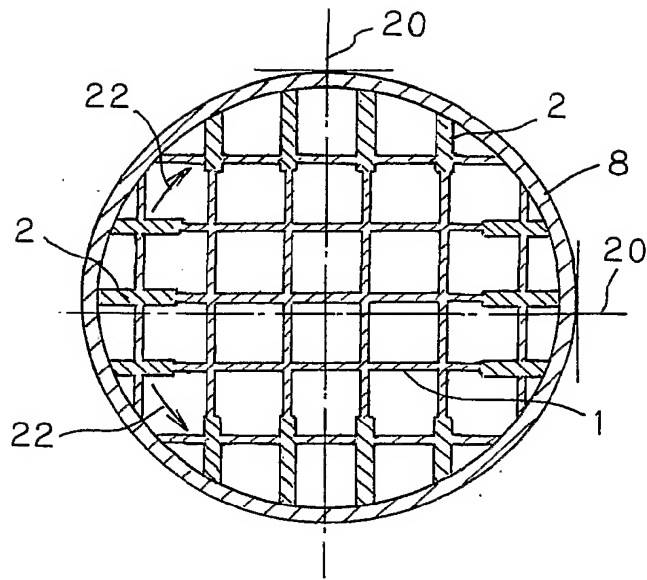


図17

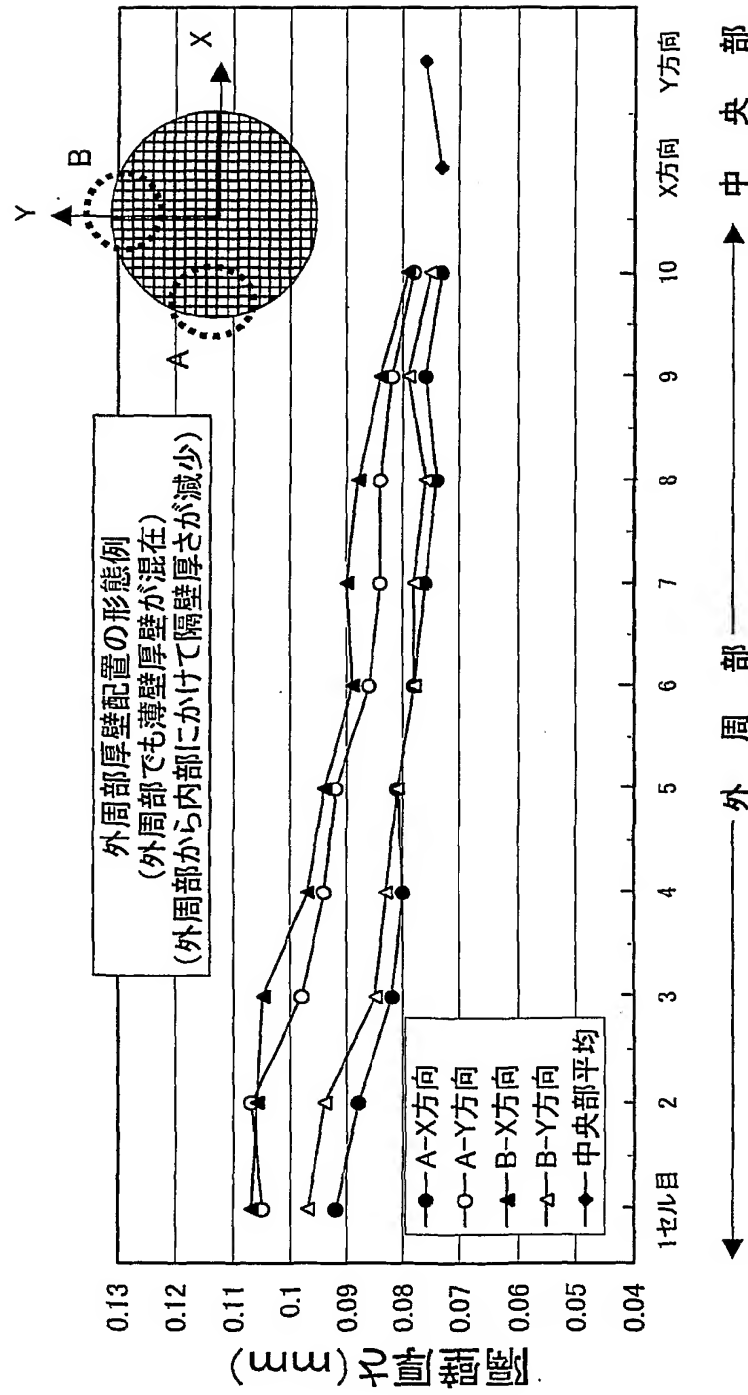


図18

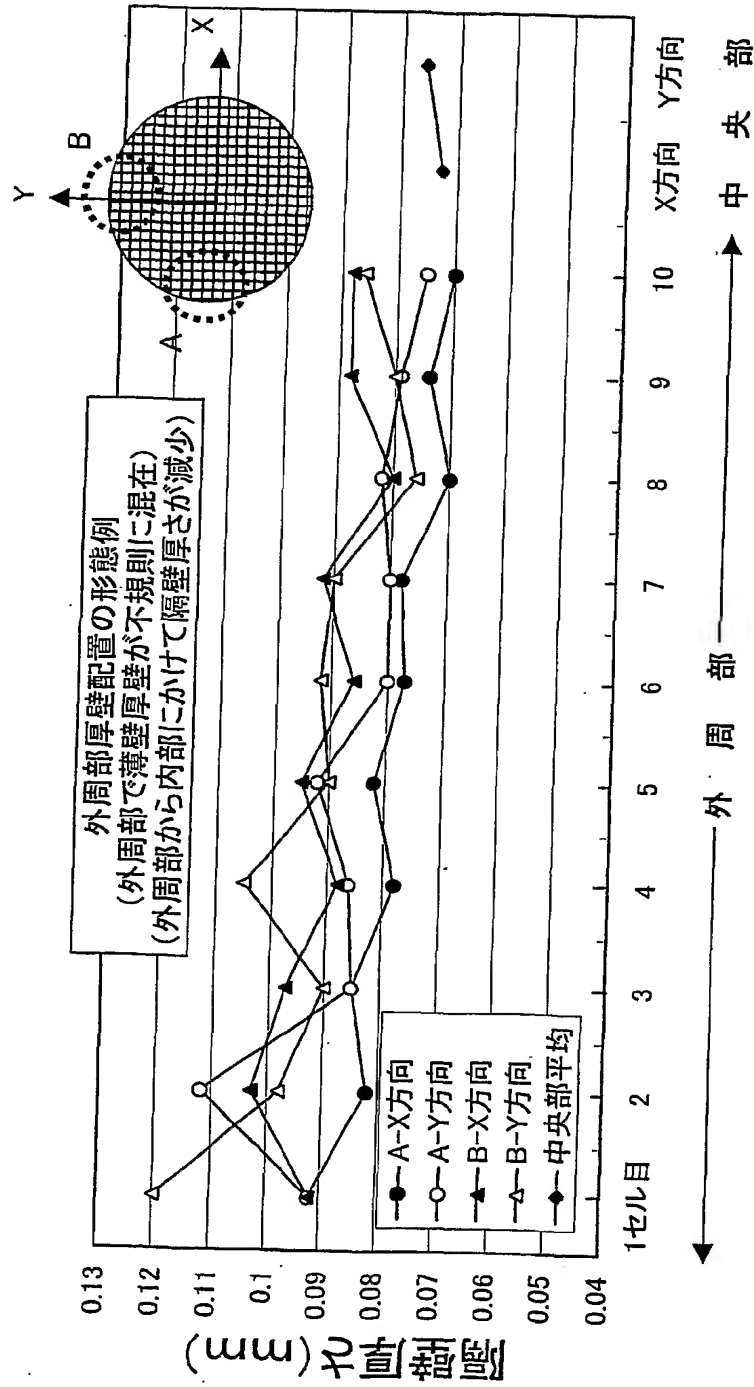


図19

